

# МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ



РФЯЦ-ВНИИЭФ  
РОСАТОМ



НИЯУ  
МИСРИ



# XV

Всероссийская молодежная  
научно-инновационная школа  
«Математика и математическое  
моделирование»  
13 – 15 апреля 2021 г.

Саров  
2021



УДК 5  
ББК 30-1  
В60

Математика и математическое моделирование: Сборник материалов XV Всероссийской молодёжной научно-инновационной школы. – Саров, Интерконтакт, 2021. - 366 с.

ISBN 978-5-6044528-8-2

Настоящее издание является сборником материалов, представленных на XV Всероссийской молодёжной научно-инновационной школе «Математика и математическое моделирование», проведенной Саровским физико-техническим институтом НИЯУ МИФИ (г. Саров Нижегородской обл., СарФТИ НИЯУ МИФИ, 13 - 15 апреля 2021 г.).

Материалы подготовлены студентами, аспирантами, научными сотрудниками и преподавателями вузов РФ, специалистами и учеными ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», академических институтов, научных организаций.

Сборник материалов охватывает широкий круг вопросов, связанных с современными методами математического моделирования физических и химических процессов и явлений, безопасностью информационных и технических систем, использованием математических методов в экономике, социологии и проблеме нераспространения ядерных материалов и вооружений.

Труды, представленные в сборнике, могут быть интересны широкому кругу специалистов в области математического моделирования, а также студентам, аспирантам, инженерно-техническим и научным работникам, специализирующимся в данной области.

ISBN 978-5-6044528-8-2

УДК 5  
ББК 30-1  
В 60

Ответственный за выпуск -  
руководитель СарФТИ НИЯУ МИФИ, к.ф.-м.н. Сироткина А.Г.  
Дизайн и верстка Ломтева Е.Е., Тарасов В.А.

Материалы получены до 26.04.2021, отпечатано:  
ООО «Интерконтакт», г. Саров, ул. Герцена, 46, оф. 105., Подписано  
в печать 26.04.2021. Формат 60x84 1/16., Печ.л. 21,27. Тираж 100 экз.  
Заказ 560

Саровский физико-технический институт НИЯУ МИФИ  
607186, Саров, ул. Духова, 6, [www.sarfti.ru](http://www.sarfti.ru)  
Организационный комитет: т. (83130)7-91-38,  
e-mail: [eelomteva@mephi.ru](mailto:eelomteva@mephi.ru)

© Интерконтакт оформление, 2021  
© СарФТИ, 2021

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«МИФИ»  
САРОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ -  
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«МИФИ»

# **МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XV ВСЕРОССИЙСКОЙ МОЛОДЕЖНОЙ  
НАУЧНО-ИННОВАЦИОННОЙ ШКОЛЫ

12-15 апреля 2021 г.

Саров  
Интерконтакт  
2021

**СЕКЦИЯ  
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ХИМИИ»**

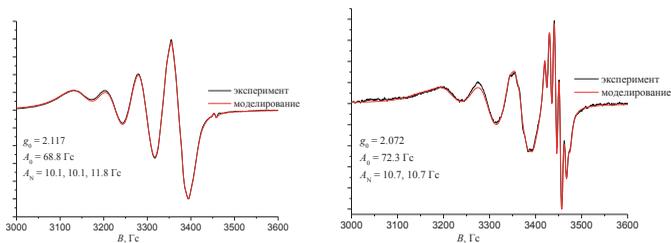
**СТРУКТУРНЫЕ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОМПЛЕКСОВ  
МЕДИ(II) С АРОМАТИЧЕСКИМИ ДИИМИНАМИ,  
АМИНОКИСЛОТАМИ И ФОСФОРИЛИРОВАННЫМИ  
ДИТИОКАРБАМАТАМИ В РАСТВОРАХ**

**Бухаров М.С., Гилязетдинов Э.М., Серов Н.Ю., Гизатуллин А.И.,  
Кукушкина О.В., Мирзаянов И.И., Гарифзянов А.Р., Штырлин В.Г.**

*Химический институт им. А.М. Бутлерова  
Казанского федерального университета, г. Казань*

Недавно в настоящей научной группе были синтезированы и испытаны новые малотоксичные противоопухолевые соединения на основе гетеролигандных комплексов меди(II), включающих ароматические диимины и аминокислоты или фосфорилированные дитиокарбаматы [1]. Для понимания противоопухолевого действия испытанных гетеролигандных комплексов необходимы исследования их структуры в растворах.

В данной работе методами ЭПР и квантовой химии были изучены комплексы меди(II), содержащие с одной стороны 1,10-фенантролин (Phen) или 2-метилдипиридо[3,2-f:2',3'-h]хиноксалин (MeDPQ), а с другой – аминокислоты (гистидин, глутаминовая кислота, лизин, аргинин, пролин, серин, метионин, валин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, триптофан) или дитиокарбаматы аминокетил(О-алкил)фосфоновых кислот (PDTC) с различными заместителями в растворах. Путем моделирования зарегистрированных спектров ЭПР по программе EasySpin [2] определены параметры спин-гамильтониана изученных соединений (примеры спектров представлены на Рис. 1) и на этой основе сделаны предположения об особенностях их структуры. С помощью квантово-химических расчетов по программе ORCA [3] методом DFT на уровне CAM-B3LYP/TZVP с учетом эффектов среды в модели растворителя С-PCM были оптимизированы структуры исследованных комплексов. Проанализированы зависимости биологической активности изученных соединений от их структуры и природы лигандов.



**Рис. 1.** Экспериментальные и смоделированные спектры ЭПР комплексов Cu(Phen)(Glu) (слева) и Cu(Phen)(OMe-PDTC) (справа).

### **Список литературы**

1. Бухаров М.С., Гилязетдинов Э.М., Серов Н.Ю., Гизатуллин А.И., Ермолаев А.В., Аксенин Н.С., Гарифзянов А.Р., Мирзянов И.И., Исламов Д.Р., Штырлин В.Г. // Сб. материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование» (Саров, 7-9 апреля 2020 г.). – Саров, Интерконтакт, 2020. С. 15-16.
2. Stoll S., Schweiger A. // J. Magn. Reson. 2006. V. 178. N 1. P. 42-55.
3. Neese F. // Wiley Interdiscip. Rev.: Comput. Mol. Sci. 2012. V. 2. P. 73-78.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 18-33-20072.

## **КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОМО- И ГЕТЕРОЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ(II) С АРОМАТИЧЕСКИМИ ДИИМИНАМИ И АМИНОКИСЛОТАМИ**

**Гизатуллин А.И., Бухаров М.С., Исламов Д.Р., Серов Н.Ю.,  
Гилязетдинов Э.М., Штырлин В.Г.**

*Химический институт им. А.М. Бутлерова  
Казанского федерального университета, г. Казань*

Комплексы меди(II) с ароматическими диимидами обладают доказанной противоопухолевой активностью [1], наиболее перспективными среди них являются соответствующие гетеролигандные комплексы с аминокислотами в качестве второго лиганда. Исследования строения комплексов меди(II) в твердой фазе и в растворе, их динамического поведения, включая лигандный обмен, необходимы для более детального понимания молекулярных механизмов биологического действия выбранных комплексов.

В продолжение исследований [2] нами методами ЭПР, ЯМР-релаксации и РСА изучены бинарные и тройные системы меди(II) с конденсированными азотсодержащими гетероциклами {1,10-фенантролин (Phen) и 2-метилдипиридо[3,2-f:2',3'-h]хиноксалин (MeDPQ)} и *L*-аминокислотами при 37°C на фоне 0.15 М NaCl. В качестве природных аминокислот использованы 12 соединений: пролин, серин, гистидин, аргинин, лизин, глутаминовая кислота, метионин, фенилаланин, триптофан, валин, лейцин и изолейцин.

Путем моделирования данных ЭПР с помощью пакета программ EasySpin [3] определены спектральные параметры гетеролигандных комплексов и предложены их структуры. Методом ЯМР-релаксации измерены скорости спин-спиновой релаксации протонов воды ( $1/T_2$ ) при различных значениях pH для бинарных и тройных систем, и путем математической обработки этих данных с использованием программы STALABS [4, 5] рассчитаны константы скорости реакций обмена анионов аминокислот для гомо- и гетеролигандных комплексов. Выявлены факторы, контролирующие скорости лигандного обмена. Синтезированы и охарактеризованы методом РСА кристаллы 10 следующих гетеролигандных комплексов: [Cu(Phen)(LysH)Cl]Cl·2H<sub>2</sub>O, [Cu(MeDPQ)(Ser)(NO<sub>3</sub>)(H<sub>2</sub>O)], [Cu<sub>2</sub>(MeDPQ)<sub>2</sub>(Ser)<sub>2</sub>Br]Br·H<sub>2</sub>O, Cu(Phen)(ArgH)Br]Br·2.25H<sub>2</sub>O, [Cu(Phen)(Ile)Br]·3H<sub>2</sub>O, [Cu(Phen)(Leu)Br]·H<sub>2</sub>O, [Cu(Phen)(Phe)Br]·3H<sub>2</sub>O, [Cu(Phen)(Val)(H<sub>2</sub>O)]ClO<sub>4</sub>, [Cu(Phen)(Leu)(H<sub>2</sub>O)]ClO<sub>4</sub>,

[Cu(Medpq)(L-Met)Br] (примеры даны на Рис. 1). Проанализирована зависимость структуры изученных комплексов от природы лигандов.

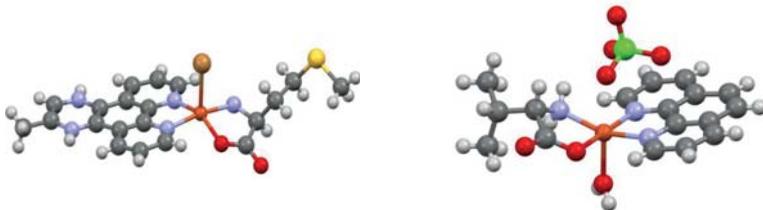


Рис. 1. Структуры комплексов [Cu(Medpq)(L-Met)Br] (слева) и [Cu(Phen)(L-Val)(H<sub>2</sub>O)]ClO<sub>4</sub> (справа) в кристаллическом виде.

### Список литературы

1. Гизатуллин А.И., Бухаров М.С., Исламов Д.Р., Серов Н.Ю., Гилязетдинов Э.М., Штырлин В.Г. // Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование» (Саров, 7-9 апреля 2020 г.). – Саров, Интерконтакт, 2020. С. 19-20.
2. Santini C., Pellei M., Gandin V., Porchia M., Tisato F., Marzano C. // Chem. Rev. 2014. V. 114. N 1. P. 815-862.
3. Stoll S., Schweiger A. // J. Magn. Reson. 2006. V. 178. N 1. P. 42-55.
4. Krutikov A.A., Shtyrln V.G., Spiridonov A.O., Serov N.Yu., Il'yin A.N., Gilyazetdinov E.M., Bukharov M.S. // Journal of Physics: Conference Series. 2012. V. 394. 012031 (P. 1-6).
5. Shtyrln V.G., Gilyazetdinov E.M., Serov N.Yu., Pyreu D.F., Bukharov M.S., Krutikov A.A., Aksenin N.S., Gizatullin A.I., Zakharov A.V. // Inorg. Chim. Acta. 2018. V. 477. P. 135-147.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 18-33-20072.

## КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ЖЕЛЕЗА(III) С ПИРИДОКСИНОВЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ИЗОНИКОТИНОИЛГИДРАЗОНОВ

Гилязетдинов Э.М.<sup>1</sup>, Мохамед А. Ахмед<sup>1</sup>, Хазиев Р.М.<sup>2</sup>, Штырлин Н.В.<sup>2</sup>,  
Бухаров М.С.<sup>1</sup>, Серов Н.Ю.<sup>1</sup>, Штырлин В.Г.<sup>1</sup>

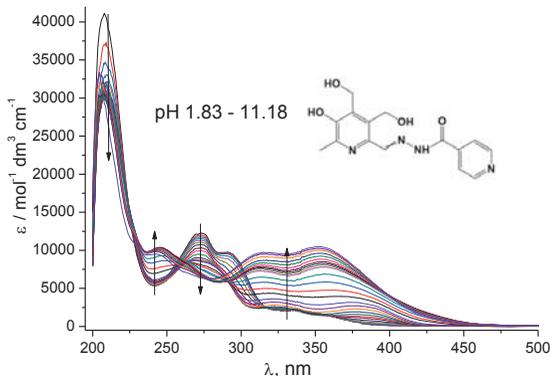
<sup>1</sup> Химический институт им. А.М. Бутлерова  
Казанского федерального университета, г. Казань

<sup>2</sup> Научно-образовательный центр фармацевтики  
Казанского федерального университета, г. Казань

Крупной проблемой современной медицины является лечение туберкулеза. Популярное противотуберкулезное лекарственное средство изониазид проявляет ряд побочных эффектов и, кроме того, к нему часто вырабатывается резистентность. Эти проблемы отчасти решаются при использовании изоникотиноилгидразонов, среди которых выделяется изоникотиноилгидразон пиридоксала (РiН), однако РiН имеет очень высокое

средство к ионам  $\text{Fe}^{3+}$ , вызывая симптомы анемии. В недавнем исследовании [1] было показано, что (E/Z)-N'-((5-гидрокси-3,4-бис(гидрокси)метил)-6-метилпиридин-2-ил)метил)-изоникотиногидразид (А, см. формулу на Рис. 1) превосходит **РІН** во многих отношениях, включая гораздо более слабое сродство к ионам  $\text{Fe}^{3+}$ .

В настоящей работе по данным СФ-метрического титрования (см. пример на Рис. 1) с использованием компьютерной программы STALABS [2, 3] были определены константы кислотной ионизации соединения А, а также оценены эффективные константы связывания ионов  $\text{Fe}^{3+}$  с А и **РІН** в физиологических условиях. Эффективная константа связывания  $\text{Fe}^{3+}$  с А оказалась на порядок ниже, чем с **РІН**. Этот факт наряду с высокой антибактериальной активностью и низкой острой токсичностью соединения А выдвигает его в число многообещающих кандидатов в противотуберкулезные средства.



**Рис. 1.** Приведенные спектры поглощения соединения А в водном растворе в зависимости от рН на фоне 0.15 М NaCl при 25 °С.

### **Список литературы**

1. Shtyrlin N.V., Khaziev R.M., Shtyrlin V.G., Gilyazetdinov E.M., Agafonova M.A., Usachev K.S., Islamov D.R., Klimovitskii A.E., Vinogradova T.I., Dogonadze M.Z., Zabolotnykh N.V., Sokolovich E.G., Yablonskiy P.K., Shtyrlin Yu.G. // *Med. Chem. Res.* 2021. V. 30. P. 952-963.
2. Krutikov A.A., Shtyrlin V.G., Spiridonov A.O., Serov N.Yu., Il'yin A.N., Gilyazetdinov E.M., Bukharov M.S. // *Journal of Physics: Conference Series.* 2012. V. 394. 012031 (P. 1-6).
3. Shtyrlin V.G., Gilyazetdinov E.M., Serov N.Yu., Pyreu D.F., Bukharov M.S., Krutikov A.A., Aksenin N.S., Gizatullin A.I., Zakharov A.V. // *Inorg. Chim. Acta.* 2018. V. 477. P. 135-147.

**ТЕРМОДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ И СТРУКТУРА ГОМО- И  
ГЕТЕРОЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСОВ В СИСТЕМАХ ЦИНК(II) – 1,10-  
ФЕНАНТРОЛИН – АМИНОКИСЛОТЫ**

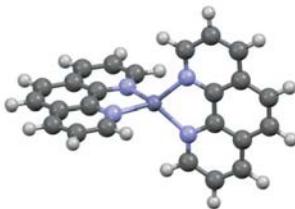
**Ермолаев А.В., Гилязетдинов Э.М., Серов Н.Ю., Бухаров М.С.,  
Штырлин В.Г.**

*Химический институт им. А.М. Бутлерова  
Казанского федерального университета, г. Казань*

Одна из центральных проблем современного естествознания состоит в понимании уникальной специфичности и селективности процессов в живой природе. Решение этой проблемы равносильно установлению фундаментальных законов происхождения, эволюции и сохранения жизни. Важным шагом в этом направлении является установление взаимосвязи между строением и физико-химическими свойствами координационных соединений переходных металлов с биолигандами. Поскольку процессы координации составляют основу молекулярного распознавания в биологических системах, исследование их позволит глубже понять принципы взаимодействия металлофермент–субстрат и металл–биомолекула и привести к созданию эффективных лекарственных препаратов нового поколения. Среди них соединения цинка(II) наименее изучены, но они интересны, поскольку моделируют многочисленные цинксодержащие ферменты. Особое внимание привлекают потенциальные лекарственные средства на основе гомо- и гетеролигандных комплексов цинка(II) с ароматическими дииминами и аминокислотами.

В данной работе с помощью метода рН-метрии и математического моделирования по программе STALABS [1] определены термодинамические параметры образования гомо- и гетеролигандных комплексов в тройных системах цинк(II) – 1,10-фенантролин (Phen) – L-аминокислота (гистидин, HisH; фенилаланин, PheH; триптофан, TrpH) и в соответствующих бинарных подсистемах на фоне 0.15 М NaCl при 37.0 °С. Структуры ряда комплексов оптимизированы с помощью квантово-химических расчетов методом DFT по программе ORCA [2] на уровне САМ-В3LYP/TZVPP с учетом эффектов среды в модели растворителя С-PCM (см. пример на рис. 1).

На основе анализа полученных результатов выявлен ряд факторов, контролирующих структуру и устойчивость комплексов Zn(II), и сделаны выводы о различии в связывании упомянутых лигандов с Zn(II), с одной стороны, и Cu(II) с другой (см. [3]).



**Рис. 1.** Рассчитанная структура комплекса  $Zn(Phen)_2^{2+}$ .

### **Список литературы**

1. Krutikov A.A., Shtyrlin V.G., Spiridonov A.O., Serov N.Yu., Il'yin A.N., Gilyazetdinov E.M., Bukharov M.S. // Journal of Physics: Conference Series. 2012. V. 394. 012031 (P. 1-6).
2. Neese F. // Wiley Interdiscip. Rev.: Comput. Mol. Sci. 2012. V. 2. P. 73-78.
3. Ермолаев А.В., Гилязетдинов Э.М., Серов Н.Ю., Бухаров М.С., Штырлин В.Г. // Сб. материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование» (Саров, 7-9 апреля 2020 г.). – Саров, Интерконтакт, 2020. С. 20-21.

## **СИНТЕЗ И СТРУКТУРА КОМПЛЕКСОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ С 1,10-ФЕНАНТРОЛИНОМ И САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ**

**Жернаков М.А., Исламов Д.Р., Гизатуллин А.И., Серов Н.Ю.,  
Бухаров М.С., Гилязетдинов Э.М., Штырлин В.Г.**

*Химический институт им. А.М. Бутлерова  
Казанского федерального университета, г. Казань*

Глубокое понимание структурных и функциональных свойств живых систем является ключевой задачей биологии и медицины. С практической точки зрения для диагностики и лечения рака требуются индивидуальный подход, качественный и быстрый патолого-анализ, а также высококонтрастные изображения биопроб в режиме реального времени [1]. Первое окрашивание биологических клеток лантанидами (Ln) относится к 1969 году, а пристальное внимание люминесцентные лантанидные биопробы привлекли к себе в середине 1970-х годов, когда были предложены соединения Eu(III), Sm(III), Tb(III) и Dy(III) с полиаминокарбоксилатами и  $\beta$ -дикетонатами в качестве люминесцентных сенсоров при проведении хронометрического люминесцентного иммуноферментного анализа [1]. С этой целью могут применяться гетеролигандные комплексы лантанидов с мощными ароматическими системами лигандов, таких как 1,10-фенантролин (Phen) и салициловая кислота (Sal), которые способствуют интенсивной люминесценции кристаллов. Поскольку салициловая кислота обладает антисептическим и противовоспалительным действием, можно ожидать, что подобные системы будут усиливать его, что позволит исследовать воздействие указанных систем на бактерии *in vitro* и *in vivo* [2].

С этой целью в настоящей работе были синтезированы и охарактеризованы методом РСА гетеролигандные комплексы в системах Ln – Phen – Sal (пример структуры комплекса  $[Ce(Phen)_2(Sal)_3]$  представлен на Рис. 1). Рассмотрено влияние природы иона лантанида и лигандов на структуру и свойства подобных гетеролигандных комплексов.

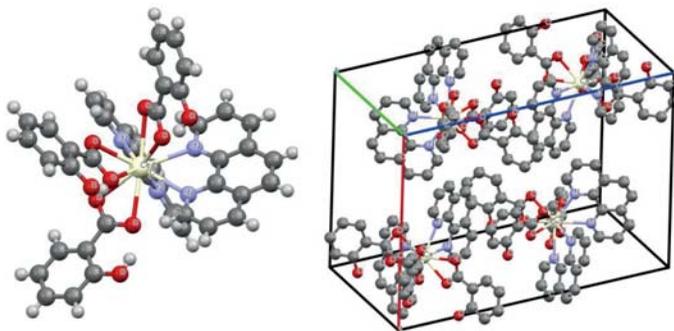


Рис 1. Структура комплекса и элементарная ячейка кристалла  $[\text{Ce}(\text{Phen})_2(\text{Sal})_3]$ .

### Список литературы

1. Bunzli J.-C.G. // Chem. Rev. 2010. V. 110. N 5. P. 2729–2755.
2. Irvani E., Nami N., Nabizadeh F., Bayani E., Neumuller B. // Bull. Korean Chem. Soc. 2013. V. 34. N 11. P. 3420–3424.

## СТРУКТУРА, ТЕРМОДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ И КИНЕТИКА РЕДОКС-ПРЕВРАЩЕНИЙ КОМПЛЕКСОВ МАРГАНЦА(III) С 1,10-ФЕНАНТРОЛИНОМ И САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ

Курамшин Б.К., Васильев В.А., Серов Н.Ю., Штырлин В.Г.

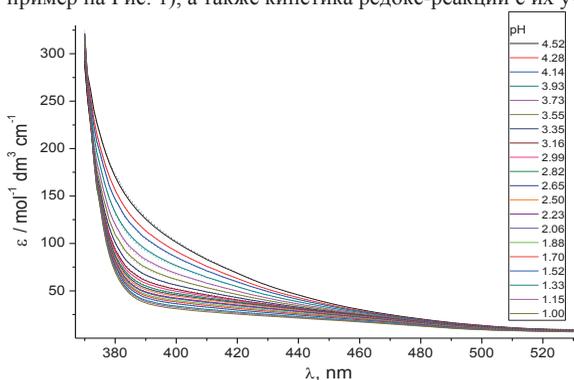
*Химический институт им. А.М. Бутлерова  
Казанского федерального университета, г. Казань*

Комплексные соединения марганца(III) играют важную роль в биологических системах. Например, ферменты, такие как супероксиддисмутаза и каталаза, а также кальций-марганцевый кластер фотосистемы II принимают непосредственное участие в важнейших биохимических превращениях.

Ранее были проведены исследования гидролитических равновесий акваионов марганца(III) в сильнокислой среде при моделировании кинетики процессов окисления [1, 2]. Однако для моделирования аналогов биосистем необходимы формы марганца(III), устойчивые в физиологическом диапазоне pH. Такими формами, в частности, являются комплексы марганца(III) с N-донорными лигандами (2,2'-бипиридил, 1,10-фенантролин, пиридин, имидазол и др.) и O-донорными лигандами (карбоксилаты, гидроксикислоты и др.). Ранее были синтезированы кристаллы фенантролин-содержащих комплексов марганца(III),  $[\text{Mn}^{\text{III}}(\text{Phen})_2\text{Cl}_2]\text{NO}_3 \cdot 2.5\text{CH}_3\text{COOH}$  [3] и  $[\{\text{Mn}^{\text{III}}(\text{H}_2\text{O})(\text{Phen})_2\} \cdot (\mu\text{-}2\text{-ClC}_6\text{H}_4\text{COO})_2(\mu\text{-O})](\text{ClO}_4)_2$  [4], обнаруживших интересные ян-теллеровские искажения [3] и аномальные магнитные свойства у спиновых изомеров [4]. Однако термодинамика образования и динамическое поведение комплексов марганца(III) с диминами в растворах до сих пор в литературе не обсуждались.

В настоящей работе методами СФ-метрии, ЯМР-релаксации, СФ-метрического и pH-потенциометрического титрования исследованы

термодинамика образования, состав и строение комплексов в водной и водно-органических системах марганец(III) – 1,10-фенантролин (Phen) – салициловая кислота (см. пример на Рис. 1), а также кинетика редокс-реакций с их участием.



**Рис. 1.** Зависимости спектров поглощения растворов в системе Mn(III) – Phen (1:4) – вода (298 К) от pH среды.

### **Список литературы**

1. Курамшин Б.К., Егорова А.А., Серов Н.Ю., Штырлин В.Г. // Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование» (Саров, 2-4 апреля 2019 г.). – Саров, 2019. С. 254-255.
2. Курамшин Б.К., Серов Н.Ю., Штырлин В.Г. // Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование» (Саров, 7-9 апреля 2020 г.). – Саров, Интерконтакт, 2020. С. 22-23.
3. Reddy K.R., Rajasekharan M.V. // Polyhedron. 1994. V. 13. N 5. P. 765-769.
4. Gómez V., Corbella M., Aulió G. // Inorg. Chem. 2010. V. 49. N 4. P. 1471-1480.

## **ТЕРМОДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ, КИНЕТИКА РЕАКЦИЙ ЗАМЕЩЕНИЯ И СТРУКТУРА КОМПЛЕКСОВ В СИСТЕМАХ МЕДЬ(II) – ОЛИГОПЕПТИДЫ – ГИСТИДИН**

**Серов Н.Ю., Ермолаев А.В., Гилязетдинов Э.М., Бухаров М.С.,  
Гоголашвили Э.Л., Штырлин В.Г.**

*Химический институт им. А.М. Бутлерова  
Казанского федерального университета, г. Казань*

Крупной проблемой современного естествознания является проблема специфичности и селективности процессов в живой природе. Для разработки этой проблемы необходимо изучение комплексов металлов с биолигандами. В настоящей работе методами pH-метрии, спектрофотометрии, ЭПР и остановленной струи с использованием математического моделирования и квантово-химических расчетов исследованы термодинамика

комплексобразования, кинетика реакций замещения и структура комплексов в системах медь(II) – олигопептиды (глицилглицилглицин, глицилглицил-*L*-тирозин) – *L/D/DL*-гистидин при 25°C на фоне 1.0 М KNO<sub>3</sub>.

Составы, константы образования и индивидуальные спектры поглощения комплексных форм были установлены путем математического моделирования результатов рН-потенциометрических и спектрофотометрических титрований по программе STALABS [1]. Данные по системам медь(II) – *L/DL*-гистидин были заимствованы из работы [2]. Методом остановленной струи исследована кинетика реакций замещения олигопептидных лигандов на гистидин, и на основе экспериментальных данных предложен механизм процессов замещения. Основываясь на экспериментальных и литературных данных, по программам GAMESS [3] и ORCA [4] методом DFT на уровне CAM-B3LYP/TZVP с учетом эффектов среды в модели растворителя С-PCM были оптимизированы структуры изученных гомо- и гетеролигандных комплексов (пример биядерного комплекса меди(II) с глицилглицилглицином (GGGH) и гистидином (HisH) приведен на Рис. 1).

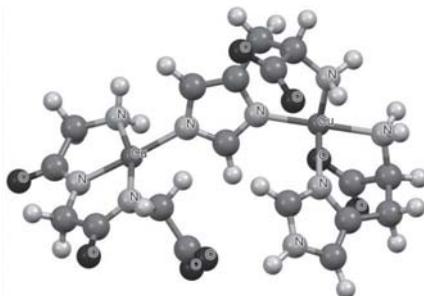


Рис. 1. Структура комплекса Cu<sub>2</sub>(GGG-H<sub>2</sub>)(His)(HisH<sub>1</sub>)<sup>2-</sup>.

### Список литературы

1. Krutikov A.A., Shtyrlin V.G., Spiridonov A.O., Serov N.Yu., Il'yin A.N., Gilyazetdinov E.M., Bukharov M.S. // Journal of Physics: Conference Series. 2012. V. 394. 012031 (P. 1-6).
2. Shtyrlin V.G., Zyavkina Yu.I., Gilyazetdinov E.M., Bukharov M.S., Krutikov A.A., Garipov R.R., Mukhtarov A.S., Zakharov A.V. // Dalton Trans. 2012. V. 41. N 4. P. 1216-1228.
3. Schmidt M.W., Baldrige K.K., Boatz J.A., Elbert S.T., Gordon M.S., Jensen J.H., Koseki S., Matsunaga N., Nguyen K.A., Su S.J., Windus T.L., Dupuis M., Montgomery J.A. // J. Comput. Chem. 1993. V. 14. N 11. P. 1347-1363.
4. Neese F. // Wiley Interdiscip. Rev.: Comput. Mol. Sci. 2012. V. 2. P. 73-78.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 18-33-20072.

# КИНЕТИКА И МЕХАНИЗМЫ РЕДОКС-РЕАКЦИЙ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ(II) С АРОМАТИЧЕСКИМИ ДИИМИНАМИ, АМИНОКИСЛОТАМИ И ОЛИГОПЕПТИДАМИ

Уразаева К.В., Серов Н.Ю., Гилязетдинов Э.М., Бухаров М.С.,  
Штырлин В.Г.

*Химический институт им. А.М. Бутлерова  
Казанского федерального университета, г. Казань*

В живых организмах глутатион играет важную роль, принимая участие в антиоксидантной защите и связывании ионов тяжелых металлов, в том числе  $\text{Cu}^{2+}$ . При взаимодействии комплексов меди(II) с восстановленным глутатионом происходит окисление тиола с образованием меди(I) [1, 2], однако кинетика и механизмы таких процессов остаются малоизученными.

В продолжение наших исследований [3] в настоящей работе методом остановленной струи с использованием математического моделирования изучены кинетика и механизмы реакций замещения лигандов и редокс-процессов в системах медь(II) – аминокислота (ArgH, AspH<sub>2</sub>, ValH, HisH, GluH<sub>2</sub>, IleH, LeuH, LysH, MetH, ProH, SerH, TrpH, PheH) – ароматический диимин {2-метилдипиридо[3,2-f:2',3'-h]хиноксалин (MeDPQ), 1,10-фенантролин (Phen)} – восстановленный глутатион (GSH) при 37°C на фоне 0.15 М NaCl в нейтральной области pH.

Полученные экспериментальные зависимости описываются уравнениями, отвечающими кинетике второго порядка. Модифицирован предложенный ранее [3] механизм протекающих редокс-процессов путем учета координации к меди(II) окисленного глутатиона (GSSG), образующегося в реакции в качестве продукта. Структуры реагентов (примеры представлены на Рис. 1), интермедиатов и конечных продуктов были оптимизированы по программе ORCA [4] методом DFT на уровне CAM-B3LYP/TZVPP с учетом эффектов среды в модели растворителя C-PCM.

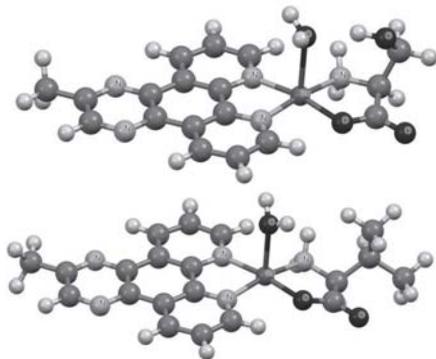


Рис. 1. Структуры комплексов  $\text{Cu}(\text{MeDPQ})(\text{Ser})^+$  (вверху) и  $\text{Cu}(\text{MeDPQ})(\text{Val})^+$  (внизу).

## Список литературы

1. Prütz W.A. // Biochem. J. 1994. V. 302. N 2. P. 373-382.

2. Gorren A.C.F., Schrammel A., Schmidt K., Mayer B. // Arch. Biochem. Biophys. 1996. V. 330. N 2. P. 219-228.
3. Уразаева К.В., Серов Н.Ю., Гилязетдинов Э.М., Бухаров М.С., Штырлин В.Г. // Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование» (Саров, 7-9 апреля 2020 г.). – Саров, Интерконтакт, 2020. С. 28-29.
4. Neese F. // Wiley Interdiscip. Rev.: Comput. Mol. Sci. 2012. V. 2. P. 73-78.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 18-33-20072.

## **КОРРЕЛЯЦИИ «СТРУКТУРА-ЭНЕРГИЯ ГИББСА» АЛЬДЕГИДОВ. ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД**

**Брянцев Д.В., Виноградова М.Г.**

*Тверской государственный университет*

Для нахождения связи между структурой и свойствами веществ применяют разные методы математического моделирования, выбор которых определяется типом химических соединений, их агрегатным состоянием и анализируемым свойством. В настоящее время для решения проблемы “структура-свойство” часто используют методы, основанные на теории графов.

Целью настоящей работы является установление количественных корреляций “структура-энергия Гиббса” в алифатических альдегидах.

В результате проделанной работы проанализированы и выбраны для построения корреляций “структура-энергия Гиббса” наиболее подходящие топологические индексы [1-4], дана теоретико-графовая интерпретация аддитивных схем. В работе показано, что многие известные ТИ участвуют как числа параметров в построении аддитивных схем [2-4]. Так, для альдегидов в четвертом приближении имеем:

$$\Delta_f G_{298(\epsilon)}^0 = h_{cc}p_1 + h_{co}p_1' + x_{co1}p_2 + x_{co1}p_2' + x_{ccc1}R + x_{cc2}p_3 + x_{co2}p_3' + x_{cc3}p_4 + x_{co3}p_4' + x_{cc3}p_5 + x_{co3}p_5'$$

Здесь  $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5$  – соответственно число путей длины один, два, три, четыре и пять;  $R$  – число троек смежных ребер.

Из-за нехватки экспериментальных данных получилась плохо-обусловленная система с линейно-зависимыми столбцами. Поэтому параметры  $p_1, p_1'$  были заменены на параметр  $a$ , а параметры  $p_2'; R; p_3; p_4; p_5$  пропадают.

Здесь  $a = bp_1 + b'p_1'$ .

По полученной формуле проведён численный расчёт энергии Гиббса простых альдегидов в четвертом приближении.

Параметры и результаты расчета энергии Гиббса в газовой фазе (в кДж/моль) следующие:

$a$	$p_2$	$p_3'$	$p_4'$
$p_5'$			
-22.167	74.729	-5.729	7.471
		-0.633	

Средняя абсолютная ошибка расчета ( $|\bar{\epsilon}|$ ) и максимальное отклонение ( $\epsilon_{\max}$ ) соответственно равны 0.8 кДж/моль и -4.0 кДж/моль.

Рассчитанные величины согласуются с экспериментальными и позволяют предсказать в пределах ошибок опыта недостающие значения свойств членов исследуемого ряда.

В работе также построены и проанализированы графические зависимости “Энергия Гиббса – ТИ”, “Энергия Гиббса – номер изомера” и “ТИ – номер изомера”.

Найдено, что величины  $\Delta_f G_{298(T)}^0$  хорошо коррелируют с индексами Винера  $W$  [1-4] и Харари  $H$  [1-4]. С увеличением числа изомеров корреляции между свойством и ТИ усложняются.

### Список литературы

1. Химические приложения топологии и теории графов / Под ред. Р. Кинга. – М.: Мир, 1987. 560 с.
2. Виноградова М.Г., Папулов Ю.Г. Теоретико-графовые методы в химии. Учебное пособие. – Тверь: ТвГУ, 2013. 88 с.
3. Vinogradova M.G., Fedina Yu.A., Papulov Yu.G. Graph theory in structure–property correlations// Russian Journal of Physical Chemistry A. 2016. V. 90. N. 2. P. 411–416.
4. Виноградова М.Г. Расчётные методы исследования взаимосвязи “структура–свойство” в атом-атомном представлении. Дисс. докт. хим. наук. – Тверь: ТвГУ, 2004. 440 с.

## ДИНАМИЧЕСКАЯ НЕЖЕСТКОСТЬ ДИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Бубнова К.Е.<sup>1</sup>, Гиричева Н.И.<sup>2</sup>, Жабанов Ю.А.<sup>1</sup>, Гиричев Г.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет, г.

Иваново

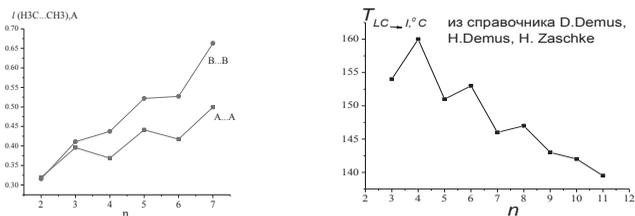
<sup>2</sup>Ивановский государственный университет, г. Иваново

Исследована динамическая нежесткость молекулярных димерных комплексов, образованных посредством водородной связи (Н-комплексов), на основе *para*-*n*-алкилоксибензойной (А...А) и *para*-*n*-алкилоксикоричной (В...В) кислот. Данные Н-комплексы являются структурными единицами в кристаллическом и жидкокристаллическом состояниях. Рассмотрены гомологические ряды димеров с  $n = 2-7$  ( $n$  – число атомов С в радикале –  $OC_nH_{2n+1}$ ). Оптимизация геометрической конфигурации и расчет частот колебаний выполнены методом САМ-В3LYP/6-311++G\*\* (программа Gaussian09). Амплитуды колебаний (АК) Н-комплексов А...А и В...В рассчитаны с использованием программы VibModule [1].



Рис. 1. Геометрическое строение Н-комплексов А...А и В...В ( $n = 7$ ).

На Рис. 2 показаны зависимости амплитуд колебаний (АК)  $l(\text{H}_3\text{C}\cdots\text{CH}_3)$  атомов углерода концевых метильных групп молекул, образующих Н-комплексы, от длины радикалов  $-\text{OC}_n\text{H}_{2n+1}$ .



**Рис. 2.** Зависимость  $l = f(n)$  амплитуд колебаний  $l(\text{H}_3\text{C}\cdots\text{CH}_3)$  в димерных Н-комплексах А...А и В...В ( $T=298\text{K}$ ) и температур фазового перехода  $T_{LC-1}$  для *para*- $n$ -алкилоксибензойной кислот от длины радикала  $-\text{OC}_n\text{H}_{2n+1}$ .

Комплексы А...А имеют меньшие значения АК, чем соответствующие комплексы В...В, что отчасти связано с большими расстояниями между концевыми атомами  $\text{H}_3\text{C}\cdots\text{CH}_3$  в последних. Зависимости  $l = f(n)$  показывают, что с ростом  $n$  изменение амплитуд при переходе от четных к нечетным гомологам больше, чем при переходе от нечетных к четным. Подобный четно-нечетный эффект наблюдается в таких характеристиках ЖК соединений, как температуры фазовых переходов из жидкокристаллического состояния в изотропное,  $T_{LC-1}$ . С увеличением  $l(\text{H}_3\text{C}\cdots\text{CH}_3)$  и ростом динамической жесткости структурных единиц ЖК наблюдается понижение  $T_{LC-1}$ .

### Список литературы

1. Vishnevskiy Yu.V., Zhabanov Yu.A. New implementation of the first-order perturbation theory for calculation of interatomic vibrational amplitudes and corrections in gas electron diffraction // Journal of Physics: Conference Series. 2015. V. 633. 012076.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 19-33-90046.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗОФАЗНОГО ДЕПРОТОНИРОВАНИЯ КОНФОРМЕРОВ 1,5- И 1,8- НАФТАЛИНДИСУЛЬФОНОВЫХ КИСЛОТ

Ершова А.О., Федоров М.С.

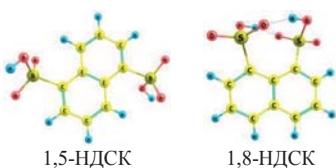
Ивановский государственный университет, г. Иваново

Теоретическая модель газофазного депротонирования различных органических и неорганических кислот успешно применяется для прогнозирования их кислотности. Данная модель позволяет оценить кислотность соединений, исключив влияние внешних факторов, таких как сольватация, межмолекулярные взаимодействия и т.п. При этом можно выделить и оценить влияние на кислотность соединений различных функциональных групп, их разных сочетаний и положений, пространственного

строения соединений и их конформационных свойств. Такой подход может быть применен для подбора сульфокислотных компонентов для различных областей применения, например, при модификации протонобменных мембран химических источников тока, разработке каталитических систем и т.д.

В данной работе рассматриваются характеристики газофазного депротонирования 1,5- и 1,8-нафталиндисульфокислот (НДСК) с помощью методов квантовой химии. Расчеты выполнены с помощью программы Gaussian09 в рамках теории DFT (B3LYP/cc-pVTZ).

Установлено, что обе молекулы имеют несколько конформеров, отличающихся взаимным расположением функциональных групп, что приводит к различной энергетической устойчивости конформеров. Так, молекула 1,5-НДСК имеет 12 различных конформеров, а молекула 1,8-НДСК имеет 8 конформеров. На Рис. 1 приведено геометрическое строение наиболее энергетически выгодных конформеров исследуемых соединений.



**Рис. 1.** Геометрическое строение наиболее энергетически выгодных конформеров молекул 1,5- и 1,8-НДСК

Для всех конформеров выполнены расчеты характеристик процесса газофазного депротонирования. Энергии диссоциации газообразных кислот  $\Delta_r E$  оценивали как разность электронных энергий  $E_{(A^-)}$  депротонированных форм кислот и энергий  $E_{(AH)}$  их молекулярных форм:  $\Delta_r E = E_{(A^-)} - E_{(AH)}$ . При этом принимали:  $E_{H^+} = 0$ ,  $G_{H^+}^{0,298} = -6.27$  ккал/моль. Так как обе кислоты являются двухосновными, процесс депротонирования протекает в две ступени.

Величину  $(\Delta_r G_{298}^0)_I$  рассчитывали по уравнению:  $(\Delta_r G_{298}^0)_I = G_{A,298}^{0,-} - G_{AH,298}^{0,-} - 6.27$ , ккал/моль; величину  $(\Delta_r G_{298}^0)_{II}$  – по уравнению:  $(\Delta_r G_{298}^0)_{II} = G_{A,298}^{0,-2-} - G_{A,298}^{0,-} - 6.27$ , ккал/моль. Некоторые результаты расчетов приведены в Таблице.

**Таблица.** Энергии диссоциации и энергии Гиббса газофазного депротонирования конформеров 1,5-НДСК и 1,8-НДСК

		1,5-НДСК		1,8-НДСК	
		Конформер I	Конформер II	Конформер I	Конформер II
I ступень	$\Delta_r E_I$	315.87	314.94	320.65	324.68
	$(\Delta_r G_{298}^0)_I$	302.99	302.55	304.87	311.10
II ступень	$\Delta_r E_{II}$	376.72		420.11	389.90
	$(\Delta_r G_{298}^0)_{II}$	363.22		405.12	381.25

Из Таблицы видно, что энергии газофазного депротонирования конформеров молекулы 1,5-НДСК по первой ступени отличаются незначительно, а величины их  $(\Delta_r G_{298}^0)_I$  близки к 300 ккал/моль. Это позволяет ожидать повышенные кислотные свойства соединения и рекомендовать его в качестве структурного компонента при модификации протонобменных мембран в химических источниках тока. Энергии газофазного депротонирования конформеров молекулы 1,8-нафталиндисульфокислоты как с ВВС, так и без ВВС выше, чем энергии конформеров 1,5-нафталиндисульфокислоты.

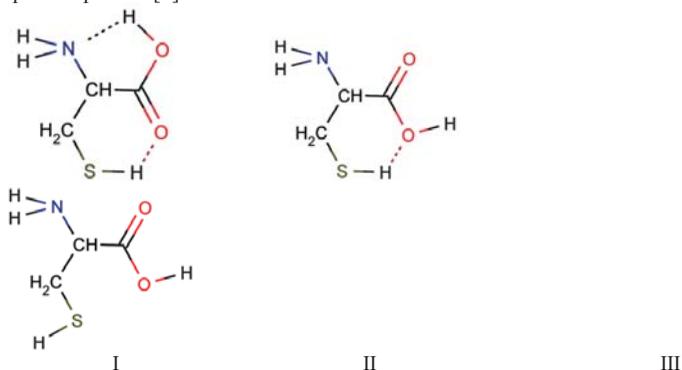
## СРАВНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ КОНФОРМЕРОВ ЦИСТЕИНА

Завилейская В.А.<sup>1</sup>, Русакова Н.П.<sup>1</sup>, Орлов Ю.Д.<sup>1</sup>, Туровцев В.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Тверской государственный университет, г. Тверь

<sup>2</sup> Тверской государственный медицинский университет, г. Тверь

В работе распределение электронной плотности  $\rho(r)$  конформеров L-цистеина (Рис. 1) установлено методом ВЗЛР. Заряд, объем и электронная энергия групп ( $q(R)$ ,  $V(R)$ ,  $E(R)$ ) суммированы из параметров соответствующих атомов, полученных с помощью «квантовой теории атомов в молекулах» [1] по программе AIMAll [2]. В соединении I (Рис. 1) выявлены внутримолекулярные слабые взаимодействия (ВМСВ) по типу водородных связей, отличающиеся атомным составом: N–H и O–H, тогда как в соединении II имеются только O–H, и в III ВМСВ отсутствуют. Ранее типы ВМСВ для метилового красного были рассмотрены в работе [3].



**Рис. 1.** Конформеры L-цистеина: молекула I обладает двумя водородными связями, II – одной, а в III слабые взаимодействия отсутствуют.

Группа  $\text{NH}_2$  в I стягивает в свой атомный бассейн  $\rho(r)$  с атома H, относящегося к гидроксилу COOH (образовано ВМСВ N–H), вследствие этого ее заряд ниже на 0.023 а.е., чем в случае II и III (Таблица). Наличие связи N–H в I приводит к стабилизации группы  $\text{NH}_2$  ( $E(\text{NH}_2)$  в I меньше на 30 кДж/моль, чем в II и III) и снижению ее  $V(\text{NH}_2)$ .

Самая низкая величина  $q(\text{SH})$  отмечается в III, что связано с отсутствием ВМСВ с атомом H данной группы. Это также приводит к уменьшению  $E(\text{SH})$  в этом соединении на 20 кДж/моль, снижению  $q(\text{SH})$  на 0.039 а.е. и увеличению её  $V(\text{SH})$  на  $0.66 \text{ \AA}^3$  по сравнению с теми же параметрами в I.

**Таблица.** Заряд  $q(R)$ , энергия  $E(R)$  и объем  $V(R)$  конформеров L-цистеина  $q(R)$ , а.е.

молекулы	$\text{NH}_2$	CH	COOH	$\text{CH}_2$	SH
I	-0.316	0.398	-0.107	0.011	0.014
II	-0.293	0.417	-0.146	0.039	-0.019
III	-0.294	0.409	-0.136	0.046	-0.025

$E(R)$ , кДж/моль

I	-147160	-100830	-496410	-102880	-1048610
II	-147130	-100780	-496480	-102860	-1048630
III	-147120	-100800	-496470	-102857	-1048630
$V(R), \text{Å}^3$					
I	25.74	13.62	45.24	23.02	38.04
II	26.45	13.77	45.61	22.74	38.38
III	26.52	13.82	45.80	22.61	38.70

### Список литературы

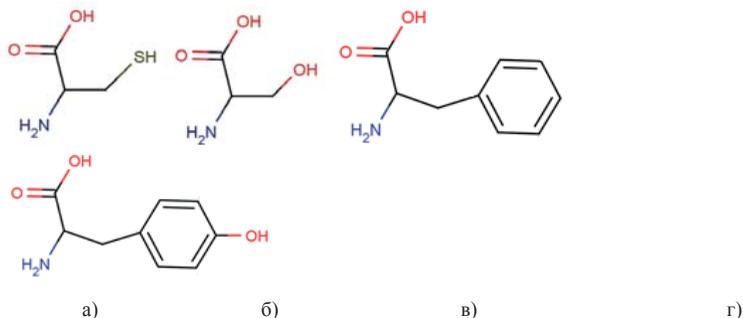
1. Бейдер Р. Атомы в молекулах: Квантовая теория. – М.: Мир, 2001. 532 с.
2. AIMAll (Version 11.09.18. Professional). Todd A. Keith, 2010 (<http://aim.tkgristmill.com>).
3. Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д. Слабые взаимодействия в диметиланилине и его производных // Журнал структурной химии. 2020. Т. 61. № 12. С. 1951-1957.

## СРАВНЕНИЕ ЗАРЯДОВ И ОБЪЕМОВ ГРУПП ДЛЯ ФЕНИЛАЛАНИНА, ЦИСТЕИНА, ТИРОЗИНА, СЕРИНА

Матус Я.А., Русакова Н.П., Орлов Ю.Д., Туровцев В.В.

*Тверской государственный университет, г. Тверь*

В работе изучены электронные свойства групп (заряд и объем) аминокислот фенилаланина, цистеина, тирозина и серина (Рис. 1) с использованием «квантовой теории атомов в молекулах» QTAИМ и метода ВЗЛУР. Данная методика использовалась при изучении циклов в работах [1, 2]. Молекулярные структуры исследуемых веществ отличаются заместителем (R) у  $\text{CH}_2$  группы (Рис. 1), тогда как пространственная ориентация фрагмента  $\text{NH}_2\text{-CH-COOH}$  относительно R не изменяется.



**Рис. 1:** Молекулярные графы а) цистеина, б) серина, в) фенилаланина, г) тирозина.

Групповые заряды (Таблица) исследуемых молекул характеризуют как самую электроотрицательную группу  $\text{OH}$  серина ( $q(\text{OH}) = -0.545$  а.е.), она стягивает электронную плотность  $\rho(r)$  с группы  $\text{CH}_2$ , проявляя электроноакцепторные свойства. Также индуктивный эффект проявляют

группы NH<sub>2</sub> и COOH пептидного фрагмента – донором  $\rho(r)$  для них являются ближайшие группы CH и CH<sub>2</sub>. Наименее подвижна величина  $\rho(r)$  группы NH<sub>2</sub> (незначительные изменения в  $q(R)$  и  $V(R)$ ).

**Таблица.** Заряды  $q(R)$  и объемы групп  $V(R)$  молекул цистеина, серина, фенилаланина и тирозина

COOH	CH	NH <sub>2</sub>	CH <sub>2</sub>	R	R	аминокислота
$q(R)$ , в а.е						
-0.177	0.436	-0.290	0.051	-0.019	SH	цистеин
-0.160	0.438	-0.297	0.564	-0.545	OH	серин
-0.179	0.421	-0.300	0.084	-0.026	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	фенилаланин
-0.182	0.420	-0.301	0.084	-0.021	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> OH	тирозин
$V(R)$ , в Å <sup>3</sup>						
46.6	13.3	26.9	22.6	38.7	SH	цистеин
46.6	13.2	26.8	21.7	21.8	OH	серин
46.8	13.4	26.9	22.4	108.6	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	фенилаланин
46.8	13.4	26.9	22.4	118.8	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> OH	тирозин

Сравнение зарядов групп CH<sub>2</sub>, COOH, NH<sub>2</sub>, SH, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>OH, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>, OH аминокислот (Таблица) позволяет составить соотношение:

$$q(\text{CH}_2) > q(\text{SH}) > q(\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}) > q(\text{C}_6\text{H}_5) > q(\text{COOH}) > q(\text{NH}_2) > q(\text{OH}),$$

на основании которого общая для исследуемых молекул качественная шкала групповых электроотрицательностей  $\chi(R)$  имеет вид:

$$\chi(\text{CH}_2) < \chi(\text{SH}) < \chi(\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}) < \chi(\text{C}_6\text{H}_5) < \chi(\text{COOH}) < \chi(\text{NH}_2) < \chi(\text{OH}).$$

Подвижность электронной плотности групп CH<sub>2</sub> и CH не позволяет получить соотношение  $\chi(R)$  между ними, поэтому группа CH была исключена из общей шкалы  $\chi(R)$ .

### Список литературы

1. Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д. Слабые взаимодействия в диметиланилине и его производных // Журнал структурной химии. 2020. Т.61. № 12. С. 1951-1957.
2. Русакова Н.П., Курочкин Г.А., Софронова Ю.И., Туровцев В.В. Серосодержащие гетероциклы на основе бензола и гексана с точки зрения квантовой теории атомов в молекулах // Вестник Тверского государственного университета. Серия Химия. 2020. № 2 (40). С. 53-61.

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СПИНОВОЙ ПЛОТНОСТИ ВО ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПРОПАРГИЛЬНЫХ РАДИКАЛАХ Котомкин А.В.<sup>1</sup>, Русакова Н.П.<sup>2</sup>, Туровцев В.В.<sup>3</sup>, Орлов Ю.Д.<sup>1</sup>

- <sup>1</sup> Тверской государственный университет, кафедра общей физики, г. Тверь  
<sup>2</sup> Тверской государственный университет, кафедра физической химии, г. Тверь  
<sup>3</sup> Тверской государственный медицинский университет, кафедра физики, математики и медицинской информатики, г. Тверь

Значительным вниманием в квантовой химии пользуется изучение сопряженных свободных радикалов. Особенностью их структуры является соседство с кратной связью атома углерода с удаленным протоном. Анализ

распределения спиновой плотности  $\sigma(R)$  (разности  $\rho(r)$  электронов с  $\alpha$  и  $\beta$  спиновыми функциями, проинтегрированные по объему фрагмента) позволяет осуществить локализацию радикального центра. Радикальному центру соответствует область с наибольшей концентрацией  $\sigma(R)$  ( $\sigma(R) \geq 0.5$ ). Электронное строение пропаргильного радикала представлено авторами [1]. Целью данной работы стало исследование распределения  $\sigma(R)$  фторзамещенных пропаргильных радикалов.

Равновесная геометрия и распределение электронной плотности  $\rho(r)$  изученных радикалов вида  $\text{CH}\approx\text{C}\equiv\text{CHF}$ ,  $\text{CF}\approx\text{C}\equiv\text{CH}_2$ ,  $\text{CF}\approx\text{C}\equiv\text{CHF}$ ,  $\text{CH}\approx\text{C}\equiv\text{CF}_2$  и  $\text{CF}\approx\text{C}\equiv\text{CF}_2$  найдены с помощью программы Gaussian 03 [2] методом V3LYP в базисе 6-311++G (3df,3pd)6d10f. Спиновая плотность  $\sigma$  «топологических» атомов найдена в рамках «квантовой теории атомов в молекулах» (QTAIM) [3] численным интегрированием по атомным бассейнам в границах изоповерхностей электронной плотности  $\rho(r) = 0.001$  а.е. с помощью AIMAll [4] и суммирована в параметры групп  $\sigma(R)$ . Погрешность расчета спиновых плотностей составляла  $\Delta\sigma(R) \leq 0.01$ .

Избыточная электронная плотность  $\alpha$  электронов в пропаргильном радикале  $\text{CH}\approx\text{C}\equiv\text{CH}_2$  перераспределена между концевыми группами в неравных долях  $\sigma(\text{CH}_2) = 0.65$  и  $\sigma(\text{CH}) = 0.46$ . На центральном атоме С отмечен избыток плотности  $\beta$  электронов ( $\sigma(\text{C}) = -0.11$ ) [1]. Замена атомов водорода на атомы фтора на одной из концевых групп не приводит к существенному изменению спиновой плотности. Так, для  $\text{CH}\approx\text{C}\equiv\text{CHF}$  получены значения  $\sigma(\text{CHF}) = 0.68$ ,  $\sigma(\text{CH}) = 0.43$ , у  $\text{CF}\approx\text{C}\equiv\text{CH}_2$ :  $\sigma(\text{CH}_2) = 0.68$ ,  $\sigma(\text{CF}) = 0.43$ ; для  $\text{CH}\approx\text{C}\equiv\text{CF}_2$ :  $\sigma(\text{CF}_2) = 0.66$ ,  $\sigma(\text{CH}) = 0.45$ . Величина  $\sigma(\text{C})$  при этом не отличается от соответствующего значения в пропаргильном радикале. Добавление атомов фтора на обе концевые группы приводит к перераспределению плотности  $\alpha$  электронов в сторону группы CF: для  $\text{CF}\approx\text{C}\equiv\text{CF}_2$  получены значения  $\sigma(\text{CF}_2) = 0.42$ ,  $\sigma(\text{CF}) = 0.70$ ,  $\sigma(\text{C}) = -0.12$ ; для  $\text{CF}\approx\text{C}\equiv\text{CHF}$  –  $\sigma(\text{CFH}) = 0.50$ ,  $\sigma(\text{CF}) = 0.65$ ,  $\sigma(\text{C}) = -0.14$ .

### **Список литературы**

1. Туровцев В.В., Чернова Е.М., Ситников В.Н., Емельяненко В.М., Орлов Ю.Д. // Журнал структурной химии. 2016. Т. 57. № 3. С. 441-448.
2. Frisch M.J., Trucks G.W., Schlegel H.B. et al. Gaussian 03 (Revision E 0.1 SMP), Gaussian Inc., Pittsburgh PA, 2007.
3. Бейдер Р. Атомы в молекулах: Квантовая теория. – М.: Мир, 2001. 532 с.
4. Todd A. Keith. AIMAll (Version 17.01.25, Professional). 2017 (<http://aim.tkgristmill.com>).

## **ИНГИБИРОВАНИЕ ИЗОЦИМОВ КАРБОАНГИДРАЗЫ: КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

**Крюкова И.Д.<sup>1</sup>, Крылов Е.Н.<sup>1</sup>, Вирзум Л.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Ивановский государственный университет, г. Иваново

<sup>2</sup> Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.К.

Беляева, г. Иваново

Сульфонамидная группа сульфониламидов ( $\text{RSO}_2\text{NH}_2$ ) является их ключевым структурным фрагментом, обеспечивающим ингибирование изоцимов карбоангидраз (CA) [1], используемое в медицинских целях. Сульфамиды в анионной форме связывают катион цинка в активном центре CA атомом сульфамидного азота с высокими константами связывания  $K$  ( $\log K = 4\div 9$ ), что нарушает координацию  $\text{Zn}^{2+}$  с  $\text{H}_2\text{O}$  [2], необходимую для связывания  $\text{CO}_2$ :  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ . Для описания взаимодействия CA и  $\text{RSO}_2\text{NH}_2$  использованы многопараметрические корреляционные соотношения с  $R = 0.8\div 0.85$ . Однопараметрические соотношения представляют больший интерес для раскрытия механизма ингибирования CA [3] и выявления определяющих взаимодействий.

В результате квантово-химического анализа на уровне теории DFT M06/6-311++G\*\* (SMD) обнаружено, что атомный электростатический потенциал на атоме сульфониламидного азота [ $V_{\text{esp}}(\text{N})$ ] (1), заряд Хиршфельда на этом атоме [ $Q(\text{N})$ ] (2), квантово-химическая жесткость молекулы ингибитора ( $\eta$ ) [4] (3) и ее эффективный объем ( $V_{\text{eff}}$ ) (4), связанный с эффективной поверхностью, представляются адекватными и, вероятно, определяющими дескрипторами взаимодействия сульфониламидов с различными изоцимами карбоангидразы [CA(I), CA(II), CA(XII)].

$$\log K_i = (-717.84 \pm 82.69) - (38.82 \pm 4.51) \cdot V_{\text{esp}}(\text{N}), \quad R = -0.902, \quad SD = 0.277, \quad N = 19, \quad P < 0.0001 \quad (1)$$

$$\log K_i = (-6.26 \pm 0.14) - (13.13 \pm 1.041) \cdot Q(\text{N}), \quad R = -0.985, \quad SD = 0.080, \quad N = 7, \quad P < 0.0001 \quad (2)$$

$$\log K_i = (-6.480 \pm 0.214) + (18.080 \pm 1.922) \cdot \eta, \quad R = 0.973, \quad SD = 0.106, \quad P = 0.000229 \quad (3)$$

$$\log K_i = (6.12 \pm 0.21) + (0.007 \pm 0.001) \cdot V_{\text{eff}}, \quad R = 0.982, \quad SD = 0.153, \quad N = 6, \quad P = 0.00051 \quad (4)$$

Жесткость молекул ингибитора может быть имеющим физический смысл дескриптором ингибирования CA, поскольку желательна максимальная разница между электронными химическими потенциалами ( $\mu$ ) ингибитора (нуклеофила, Nu) и катиона цинка (электрофила, E) и минимально возможная жесткость ( $\eta$ ) этих структур в соответствии с выражением (5) для достижения максимума переноса заряда (N) с нуклеофила (ингибитора) на катион цинка [4], что и наблюдается при корреляционном анализе (3):

$$N = [\mu(\text{Nu}) - \mu(\text{E})] / [\eta(\text{Nu}) + \eta(\text{E})] \quad (5)$$

$$\log K = (-7223.3 \pm 2349.5) - (-387.6 \pm 125.9) \cdot V_{\text{esp}}(\text{N}), \quad R = -0.839, \quad SD = 0.482, \quad N = 6, \quad P = 0.037 \quad (6)$$

Близкая к линейной зависимость эффективности ингибирования CA от величины  $V_{\text{esp}}(\text{N})$  на атоме азота в анионе  $\text{ArSO}_2\text{NH}_2$  (6) носит закономерный характер, косвенно подтверждая анионный характер ингибирования, и соответствует линейной зависимости  $pK_a$  сульфониламидов от величины  $V_{\text{esp}}(\text{N})$  [5]. Разброс расчетных величин от линейных корреляционных зависимостей (1)–(4), (6) вызван наложением взаимодействия скелета молекулы ингибитора (scaffold) с аминокислотным окружением активного центра фермента на основное взаимодействие  $\text{ArSO}_2\text{NH}_2$  и  $\text{Zn}^{2+}$ .

### Список литературы

1. Srivastava P., Srivastava Sh., Soni A.K., Singh R.K. // J. Comp. Meth. Mol. Des. 2012. V. 2. N 3. P. 99-106.
2. Supuran C.T. // Expert Opinion on Drug Discovery. 2017. V. 12. P. 61-88.
3. Supuran C.T. // J. Enzyme Inhyb. Med. Chem. 2016. N 3. P. 345 – 360.
4. A matter of density. Exploring the electron density concept in the chemistry, biological and materials sciences / Sukumar N., Ed. – Hoboken: J.Wiley and Sons Inc., 2013. 318 p.
5. Крылов Е.Н., Вирзум Л.В. // Известия Академии наук. Серия химическая. 2019. № 3. С. 527-531.

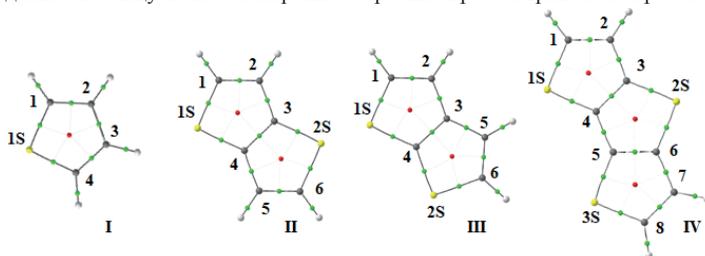
## ГРУППОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА МОНО-, ДИ- И ТРИМЕРОВ ТИОФЕНА

Курочкин Г.А., Русакова Н.П., Орлов Ю.Д.

Тверской государственный университет, г. Тверь

Поли tioфен и его производные находят основное применение в качестве проводящих полимеров и сенсоров, в качестве мономеров входят в состав различных сложных соединений, дополняя или изменяя их физико-химические параметры и т.д. Тем не менее, не все их свойства изучены в достаточной степени, например, электронные характеристики (заряды групп).

В данной работе геометрия тиофена (I) и его ди- (II, III) и тримеров (IV) оптимизирована методом ВЗЛУР по программе Gaussian03. Заряды на атомах получены численным интегрированием в рамках «квантовой теории атомов в молекулах» с помощью AIMAll, суммированы в заряды групп,  $q(R)$ , и сведены в Таблицу. Ранее электронное строение I рассматривалось в работе [1].



**Рис. 1.** Молекула тиофена – I, тиено[3,2-*b*]тиофена – II, тиено[2,3-*b*]тиофена – III, дитиено[3,2-*b*:2',3'-*d*]тиофена – IV; показаны ядра атомов, связевые пути, критические точки (3; -1) и (3; +1) и межатомные поверхности в плоскости колец.

Сера в соединениях I, II, III и IV является донором электронной плотности  $\rho(r)$  для ближайших атомов С и групп СН, что выражено в положительной величине заряда ее атомного бассейна (Таблица). Распределение  $\rho(r)$  по С и СН носит симметричный характер относительно S и все рассмотренные молекулы обладают группой симметрии  $C_{2v}$ . Сопряжение электронной системы С и СН в I, II, III и IV неравномерно, что следует из увеличения  $\rho(r)$  в С и СН (отрицательная величина их  $q(R)$ ), ближайших к S, и

уменьшение  $\rho(r)$  в С и СН, расположенных далее (положительная величина их  $q(R)$ ).

Изомеры II и III отличаются расположением атома серы, которое вносит свой вклад в сопряжение систем. Так, в случае III с серы в область ароматического кольца отток  $\rho(r)$  больше, чем в II, что выражено в  $q(S)$  (в II  $q(S) = 0.240$  а.е., а в III  $q(S) = 0.273$  а.е.).

**Таблица.** Заряды групп С, СН, S ( $q(R)$ ) молекул I, II, III, IV, в а.е.\*

	1	2	3	4	1S	5	6	2S	7	8	3S
I	- 0.161	0.03 8	0.038	- 0.161	0.24 6	-	-	-	-	-	-
II	- 0.131	0.07 4	- 0.184	- 0.184	0.24 0	0.074	- 0.131	0.24 0	-	-	-
III	- 0.133	0.05 6	0.019	- 0.410	0.27 3	0.056	- 0.133	0.27 3		-	-
IV	- 0.128	0.07 7	- 0.159	- 0.166	0.26 0	- 0.166	- 0.159	0.23 3	0.07 7	- 0.128	0.26 0

\* нумерация групп в соединениях соответствует номеру группы на Рис. 1.

#### **Список литературы**

1. Курочкин Г.А., Русакова Н.П., Софронова Ю.И., Туровцев В.В. Серосодержащие гетероциклы на основе бензола и гексана с точки зрения квантовой теории атомов в молекулах // Вестник ТвГУ. Серия Химия. 2020. № 2 (40). С. 53-61.

### **ЭЛЕКТРОННОЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ МЕЗОГЕННЫХ СУПРАМОЛЕКУЛ**

**Лебедев И.С.<sup>1</sup>, Грирчева Н.И.<sup>1</sup>, Смирнова А.И.<sup>2</sup>, Усольцева Н.В.<sup>2</sup>**

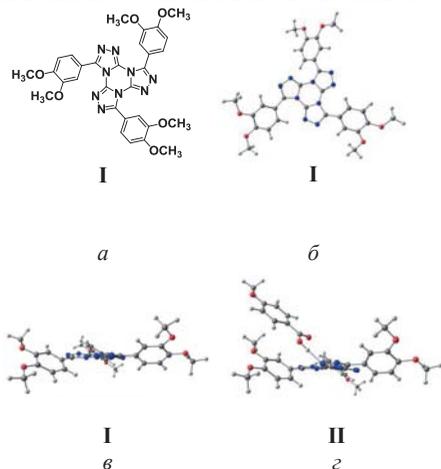
<sup>1</sup> *Ивановский государственный университет, Институт математики, информационных технологий и естественных наук, г. Иваново*

<sup>2</sup> *Ивановский государственный университет, НИИ наноматериалов, г. Иваново*

Одними из наиболее интересных и перспективных классов жидкокристаллических (ЖК) соединений являются дискотические мезогены (ДМ). Высокий интерес к ДМ обусловлен широким спектром областей применения подобных материалов, а также тем, что исследование их свойств позволит решить ряд фундаментальных вопросов о мезоморфном состоянии вещества. Одними из таких соединений являются трифенил-триазотриазины (ТТТ), синтез и анализ мезоморфных свойств которых представлен в работе [1]. Показано, что поиск надежных теоретических методов предсказания ЖК-свойств у подобных веществ является актуальной задачей.

Цель настоящей работы – оценка с помощью квантово-химических расчётов возможности формирования супрамолекул/надмолекулярных комплексов (Н-комплексов) на основе ТТТ и ароматических карбоновых кислот за счет образования межмолекулярных водородных связей (ВС). Методом DFT с функционалом B3LYP и базисным набором 6-311++G\*\* с учетом дисперсионного взаимодействия (вариант GD3) по программе

Gaussian09 выполнена геометрическая оптимизация, рассчитаны частоты колебаний и термодинамические функции для модельного соединения 3,7,11-трис(3,4-диметоксифенил)трис[1,2,4]-триазоло[1,3,5]триазина (**I**), а также его Н-комплекса с 4-метилоксибензойной кислотой (**II**) (Рис. 1).



**Рис. 1.** Структурная формула молекулы **I** (а), геометрическое строение молекулы **I** (вид сверху – б, вид сбоку – в) и геометрическое строение Н-комплекса **II** (г).

В свободном состоянии периферийные диметоксифенильные заместители молекулы **I** находятся вне плоскости центрального ТТТ-фрагмента (Рис. 1, в), что соответствует данным РСА. Следует отметить, что атомы азота, доступные для образования ВС в ТТТ-фрагменте, обладают разными по знаку зарядами ( $N^{\delta-}$ ,  $N^{\delta+}$ ). Моделирование образования ВС с  $N^{\delta+}$  не привело к успеху. Однако установлено, что ВС типа  $O-H \cdots N$  может образовываться с участием атома азота с избыточным отрицательным зарядом. Моделирование также показало, что Н-комплекс **II** (Рис. 1, г) имеет выраженное неплоское 3D строение с незначительной величиной дипольного момента 1.4 D. Между компонентами, составляющими комплекс, образуется ВС типа  $O-H \cdots N$  средней силы ( $r(H \cdots N) = 1.802 \text{ \AA}$ ,  $r(O-H) = 0.991 \text{ \AA}$ ,  $O-H \cdots N = 170.5^\circ$ ,  $E_{MMB} = 21.1 \text{ ккал/моль}$ ), что позволяет сделать вывод о потенциальной возможности формирования подобных супрамолекул.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, проект FZZM-2020-0006.

### Список литературы

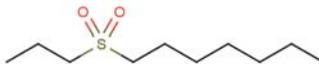
1. Жарникова Н.В., Аكوпова О.Б., Смирнова А.И., Бумбина Н.В., Усольцева Н.В. Органические и гибридные наноматериалы: получение и перспективы применения / Под ред. Разумова В.Ф. и Ключева М.В. – Иваново: Иван. гос. ун-т. 2017. Гл. 9. С. 259-322.

## ВЛИЯНИЕ СУЛЬФОНОВОЙ ГРУППЫ НА ГРУППОВОЙ ЗАРЯД В ИЗОМЕРАХ ПОЛОЖЕНИЯ ДЕКАНСУЛЬФОНА

Нефедова И.А., Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д.

*Тверской государственный университет, г. Тверь*

Алкилсульфоны и их производные – это одни из важных объектов исследования в органической химии, они играют важную роль в биохимических процессах. Недостаточная изученность данных соединений обусловлена высокой химической активностью атома серы. В данной работе методом ВЗЛР/6-311++G(3df, 3pd) были оптимизированы изомеры положения *n*-декансульфона (CH<sub>3</sub>-(CH)<sub>*k*</sub>-R-(CH)<sub>*l*</sub>-CH<sub>3</sub>, где R= S(O)<sub>2</sub>, 0 ≤ *k*, *l* ≤ 8) (Рис. 1). В терминах квантовой теории атомов в молекулах вычислены групповые заряды молекул и сведены в Таблицу (отражены только первые пять структур, поскольку параметры остальных четырех являются симметричными по отношению к первым). Ранее электронные характеристики кислород- и серосодержащих групп рассматривались в работах [1, 2].



**Рис. 1:** Молекулярный граф *n*-пропилпентилсульфона.

Заряд группы S(O)<sub>2</sub> равен -0.159 а.е. (Таблица) и при появлении одной CH<sub>2</sub> группы между S(O)<sub>2</sub> и CH<sub>3</sub> он не изменяется. Отрицательная величина *q*(S(O)<sub>2</sub>) показывает отток электронной плотности (*ρ*(*R*)) с ближайших групп в сторону сульфонового фрагмента. В случае, когда S(O)<sub>2</sub> соседствует с метилом, *q*(S(O)<sub>2</sub>) = -0.125 а.е., и такое повышение *q*(S(O)<sub>2</sub>), по сравнению с остальными молекулами, говорит о взаимодействии с более электроотрицательной группой, чем CH<sub>2</sub>.

Дальность индуктивного влияния S(O)<sub>2</sub> определяется наличием в алкильной цепи групп CH<sub>2</sub>, обладающих зарядом, отличным от нулевого значения. «Стандартные» группы CH<sub>2</sub> есть в соединениях, где *k* и *l* равны 0, 8; 1, 7 и 2, 6 (Таблица). Таким образом, дальность влияния S(O)<sub>2</sub> составляет четыре группы CH<sub>2</sub> в обе стороны. На четвертой CH<sub>2</sub> группе увеличение заряда по сравнению с третьей группой CH<sub>2</sub> свидетельствует о стерическом эффекте S(O)<sub>2</sub>.

**Таблица.** Заряды групп *q*(*R*)\* (а.е.) в изомерах положения *n*-декансульфона CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>*k*</sub>-R-(CH<sub>2</sub>)<sub>*l*</sub>-CH<sub>3</sub>, где R = S(O)<sub>2</sub>, 0 ≤ *k*, *l* ≤ 8.

<i>k, l</i>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub>									
		<i>R</i>										
0, 8	0.039	-0.125	-0.040	0.091	0.009	0.015	0.004	0.004	0.000	0.017	-0.014	
1, 7	0.103	-0.027	-0.159	-0.042	0.091	0.011	0.015	0.001	0.005	0.015	-0.012	
2, 6	0.014	0.107	-0.043	-0.160	-0.042	0.090	0.011	0.014	0.002	0.019	-0.012	
3, 5	0.007	0.025	0.090	-0.043	-0.159	-0.043	0.090	0.009	0.015	0.016	-0.008	
4, 4	-0.007	0.030	0.010	0.090	-0.043	-0.160	-0.043	0.090	0.010	0.030	-0.007	

\*в затемненных ячейках выделены заряды S(O)<sub>2</sub> группы

Сравнение групповых зарядов изученных соединений (Таблица) дает соотношение:

$$q(\text{CH}_2) > q(\text{CH}_3) > q(\text{S}(\text{O})_2),$$

исходя из которого неравенство, соответствующее качественной шкале групповых электроотрицательностей, имеет вид:

$$\chi(\text{CH}_2) < \chi(\text{CH}_3) < \chi(\text{S}(\text{O})_2).$$

### Список литературы:

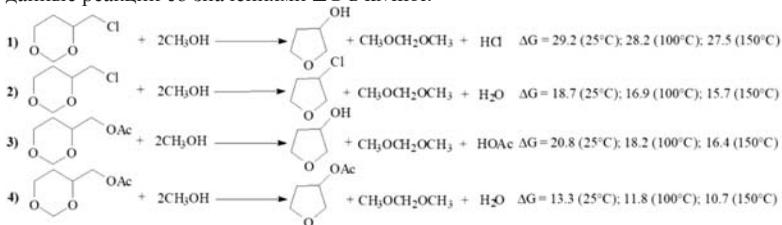
1. Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д. Сравнительный анализ электронного строения и электроотрицательности групп неизвестных простых эфиров сульфокислоты // Журнал структурной химии. 2015. Т. 56. № 12. С. 29-33.
2. Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д., Котомкин А.В. Электронное строение радикалов эфиров сульфокислоты // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2019. Т. 62. Вып. 10. С. 96-102.

## ИЗУЧЕНИЕ МЕТАНОЛИЗА ЗАМЕЩЁННЫХ ДИОКСАНОВ МЕТОДАМИ КВАНТОВОЙ ХИМИИ

Вакулин И.В., Рахманов Д.А., Галипов Р.Ф.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

Замещённые 1,3-диоксаны, образующиеся в ходе реакции Принса, применяющейся не только в лабораторной практике, но и в промышленном органическом синтезе [1, 2], могут использоваться для получения других практически ценных гетероциклов. Так, алкоголиз 4-хлорметил-1,3-диоксана и 4-ацетоксиметил-1,3-диоксана приводит к образованию практически ценного тетрагидрофуанола-3 [3, 4]. В данной работе мы рассмотрели результаты вычисления энергий Гиббса ( $\Delta G$ ) реакций метанолиза этих соединений с использованием приближения ВЗЛР/6-31G(d,p). Вычисления были проведены в программе Firefly v8.1.0. Значения  $\Delta G$  были вычислены в приближении RRHO при 25°C, 100°C и 150°C. Влияние растворителя не учитывалось. Применялась дисперсионная коррекция (4th level). На схеме представлены данные реакции со значениями  $\Delta G$  в кДж/моль:



Из вышеприведённых данных видно, что все реакции являются термодинамически невыгодными. Образование воды в ходе процесса во всех случаях является более выгодным. Значения  $\Delta G$  всех реакций медленно уменьшаются с увеличением температуры, следовательно, их необходимо

проводить при как можно более высокой температуре, учитывая возможность протекания побочных реакций при высокой температуре. В качестве других возможностей повышения выхода можно предложить подбор оптимального растворителя, использование цеолита или другого селективного катализатора для требуемого пути реакции, отгонку или связывание продуктов реакции, а также использование избытка метанола. Для подтверждения применимости выбранного метода  $\Delta G$  1-й реакции при 25°C была пересчитана в Firefly методом MP2/сс-pVDZ – в результате было получено значение 29.6 кДж/моль, которое согласуется с результатом расчета методом B3LYP/6-31G(d,p).

#### **Список литературы**

1. Валиев Р.И., Тухватшин В.С., Талипов Р.Ф. Перспективы производства изопрена по диоксановому методу // Актуальные вопросы современного материаловедения. Материалы VII Межд. научно-практ. школы-конференции. – Уфа: Издательство БашГУ, 2020. С. 28-29.
2. Pastor I.M., Yus M. The Prins Reaction: Advances and Applications // Current Organic Chemistry. 2007. V. 11. P. 925-957.
3. Способ получения тетрагидрофуранола-3: Пат. 1616917 СССР. МПК C07D 307/20 / Р.Ф. Талипов, Э.Д. Рахманкулов, М.Г. Сафаров; № 4646549; заявл. 03.01.1989; опубл. 30.12.1990.
4. Стимулятор роста растений: Пат. 2127053 Рос. Федерация. МПК A01N 43/08, A01P 21/00 / Р.Ф. Талипов, А.М. Гайсин, М.Г. Сафаров, З.Н. Сайфуллина, Д.Л. Рахманкулов, В.В. Зорин, Р.С. Мусавиров, Г.Г. Базунова; № 95117735/04; заявл. 18.10.1995; опубл. 10.03.1999.

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИИ РАДИКАЛЬНО-ЦЕПНОГО ОКИСЛЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПРИСУТСТВИИ АНТИОКСИДАНТОВ**

**Шарипова Г.М., Алекторов Е.А. Сафарова И.В., Герчиков А.Я.**

*Башкирский государственный университет, г. Уфа*

В настоящей работе изучены кинетические закономерности и механизм реакций радикально-цепного окисления органических соединений в присутствии антиоксидантов. Особенность изучаемых реакций заключается в том, что они протекают через ряд стадий, в которых участвуют промежуточные вещества – радикалы и лабильные молекулярные продукты. При этом концентрация и время жизни этих веществ настолько малы, что экспериментальное исследование их либо крайне затруднительно, либо невозможно. В то же время, для научно-обоснованного установления механизма антиокислительного действия необходимо знать не только сами стадии, составляющие механизм реакции, но и поведение во времени промежуточных веществ. Эта информация вместе с константами скорости, количественно характеризующими каждую стадию, и составляет механизм сложной реакции окисления органического вещества в присутствии ингибитора. Для изучения механизма этих реакций нами использован метод математического моделирования, рабочим инструментом которого выбран программный комплекс «ХимКинОптима» [1]. Отметим, что этот комплекс

демонстрировал высокую «чувствительность» при исследовании кинетики и механизма реакции радикально-цепного окисления органических соединений в присутствии ингибиторов [2, 3]. В связи с этим нами с использованием данного программного комплекса построены следующие математические модели: реакция окисления 1,4-диоксана в присутствии антиоксиданта-5-амино-6-метилурацила; реакции окисления 1,4-диоксана в присутствии фуллерена C<sub>60</sub>; реакция окисления изопропилового спирта в присутствии урацила; реакция взаимодействия пероксида водорода с урацилом; реакция ингибированного окисления в присутствии селенохромонов и др.

Результатом комплексного подхода, совмещающего экспериментальные работы с математическим моделированием, является получение полной кинетической картины реакции, включающей набор стадий механизма этой сложной реакции и выявление механизма реакции.

### **Список литературы**

1. Тихонова М.В., Масков Д.Ф., Спивак С.И., Губайдуллин И.М. Свидетельство о регистрации электронного ресурса // ИНИПИ РАО ОФЭРНиО. № 19247. Дата рег. 30.05.2013.
2. Шарипова Г.М. Кинетика и механизм действия фуллерена C<sub>60</sub>, 5-амино-6-метилурацила и урацила как представителей слабых антиоксидантов. Дисс. ... канд. хим. наук. – Уфа, 2018. 109 с.
3. Gerchikov A.Y., Sharipova G.M., Safarova I.V., Kurmakaeva N.V., Hairullina V.R., Spivak S.I. // Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis. 2020. V.131. P. 89.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ, проект 19-73-20073.

## **ВОДОРОДНЫЕ СВЯЗИ NH<sup>+</sup>O И SN<sup>+</sup>O В АЛКИЛИМИДАЗОЛЬНЫХ ИОННЫХ ЖИДКОСТЯХ, СОДЕРЖАЩИХ ТРИФЛАТ АНИОН Яблоков М.Е.<sup>1,2</sup>, Федорова И.В.<sup>2</sup>, Крестьянинов М.А.<sup>2</sup>, Сафонова Л.П.<sup>2</sup>**

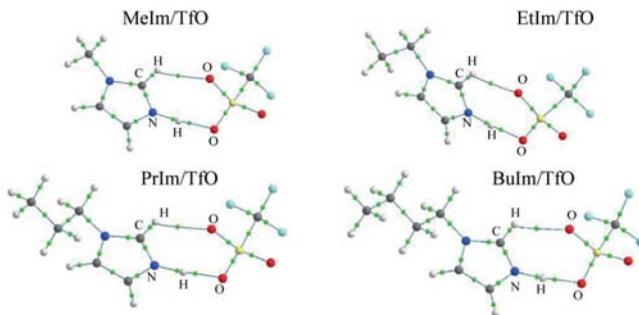
<sup>1</sup> *Ивановский государственный химико-технологический университет, г.*

*Иваново*

<sup>2</sup> *Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, г. Иваново*

Характеризация водородных связей в ионных жидкостях – это отнюдь не простая задача. В отличие от обычных водородных связей, связи в ионных жидкостях имеют свои особенности, связанные, главным образом, с зарядом на ионах, а критерии, разработанные и рекомендованные ИЮПАК, больше подходят для описания водородных связей, образующихся в молекулярных жидкостях.

В настоящей работе выполнено квантово-химическое исследование строения ионных пар протонных алкилимидазольных ионных жидкостей с трифлат анионом (RIm/TfO, где R – метил, этил, пропил и бутил) в рамках теории функционала плотности на уровне B3LYP-GD3/6-31++G(d,p) с дальнейшим анализом функции электронной плотности по методу Бейдера (анализ QTAIM).



**Рис. 1.** Молекулярные графы ионных пар. Зеленые сферы на связевых путях в молекулярном графе обозначают критические точки (3; -1).

Проведенный анализ показал, что критические точки КТ (3, -1), свидетельствующие о наличии межатомного взаимодействия, и соответствующие им связевые пути локализуются в области  $\text{NH}\cdots\text{O}$  и  $\text{CH}\cdots\text{O}$  контактов (Рис. 1). В КТ (3, -1) связи  $\text{NH}\cdots\text{O}$  характеризуются параметрами  $\nabla^2\rho(r) > 0$ ,  $H(r) < 0$ ,  $|V(r)/G(r)| > 1$  и в рамках данной теории относятся к взаимодействиям промежуточного типа (очень сильные водородные связи), в которых присутствует значительная доля ковалентной составляющей. Связи  $\text{CH}\cdots\text{O}$  относятся к типу взаимодействия закрытых оболочек ( $\nabla^2\rho(r) > 0$ ,  $H(r) > 0$ ,  $|V(r)/G(r)| < 1$ ), что соответствует доминирующему вкладу электростатического взаимодействия. Они могут быть интерпретированы как очень слабые водородные связи или взаимодействия ван-дер-ваальсового типа. Вычисленное значение энергии связи  $\text{NH}\cdots\text{O}$  во всех ионных парах во много раз больше, чем для связи  $\text{CH}\cdots\text{O}$ . По-видимому, последнее не является основным структурообразующим взаимодействием. Связь  $\text{NH}\cdots\text{O}$  в парах RIm/TfO ослабевает по мере удлинения алкильного радикала в ряду катионов  $\text{MeIm} > \text{EtIm} > \text{PrIm} > \text{BuIm}$ , что хорошо согласуется с геометрическим анализом.

Для ионных пар изменение энергии ион-ионного взаимодействия коррелирует с изменением силы водородной связи  $\text{NH}\cdots\text{O}$ . Установлено, что основной вклад в величину этой энергии вносят электростатические взаимодействия, а вклад дисперсионных взаимодействий (не более 5%) существенно меньше по сравнению с водородными связями  $\text{NH}\cdots\text{O}$  (~25 %).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 19-03-00505.

**ЭНЕРГИИ РАЗРЫВА СВЯЗЕЙ ДВУХАТОМНЫХ СПИРТОВ**  
**Савельева Т.А., Виноградова М.Г.**

Двухатомные спирты широко применяются в промышленности в качестве растворителей, пластификаторов и т.п. Экспериментальных сведений по энергиям разрыва связей в гликолях немного, поэтому необходима разработка расчетных методов исследования данных веществ.

Целью настоящей работы является проведение анализа энергии разрыва связи в двухатомных спиртах.

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие задачи:

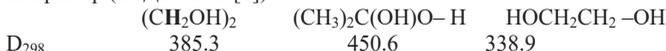
- оценка и анализ экспериментальных данных по энергиям разрыва связи в гликолях;
- выявление отдельных закономерностей и проведение численных расчетов;
- построение и анализ графических зависимостей “энергия разрыва связи – степень замещения”.

В работе применялись феноменологические методы, методы линейной алгебры, методы статистической обработки численных данных, метод наименьших квадратов (МНК) и др.

Проведён анализ числовых данных по энергиям разрыва связей в двухатомных спиртах, выполнены численные расчёты, выявлены отдельные закономерности, включая следующие:

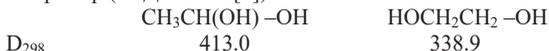
1. Энергии разрыва связей  $D_{298}$  в выбранных соединениях изменяются в широких пределах.

Например (в кДж/моль [1]):



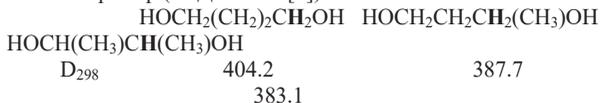
2. Энергии разрыва С-О связей в двухатомных спиртах зависят от расположения гидроксильных групп. Диолы, содержащие две гидроксильные группы у одного атома углерода, имеют более высокое значение  $D_{298}$ .

Например (в кДж/моль [1]):



3. Энергии разрыва С-Н связей в гликолях также зависят от расположения гидроксильных групп – чем меньше они удалены друг от друга по цепи молекулы, тем меньше энергия разрыва связи.

Например (в кДж/моль [1]):



В работе также были проанализированы графические зависимости “энергия разрыва связи – степень замещения” в диолах. Найдено, что они в общем случае нелинейны, однако линии замещения на одну и ту же группу симбатны между собой.

В результате проведены численные расчеты по схемам, разработанным ранее [2, 3], согласующиеся с экспериментом. Величины, рассчитанные в

линейном приближении, следует рассматривать как ориентировочные, полезные для предварительной оценки свойств веществ.

### Список литературы

1. Yu-Ran Luo. Handbook of Bond Dissociation Energies in Organic Compounds. – Florida: CRC Press, 2003. 380 p.
2. Виноградова М.Г. Расчётные методы исследования взаимосвязи “структура-свойство” в атом-атомном представлении. Дисс. докт. хим. наук. – Тверь: ТвГУ, 2004. 440 с.
3. Папулов Ю.Г., Виноградова М.Г. Расчетные методы в атом-атомном представлении. – Тверь: ТвГУ, 2002. 232 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДОРОДНЫХ СВЯЗЕЙ В МОЛЕКУЛЯРНЫХ КРИСТАЛЛАХ СЕРИНА

Абдухалимова И.М.<sup>1</sup>, Волкова Т.Г.<sup>1</sup>, Таланова И.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный университет, г. Иваново

<sup>2</sup>Ивановская государственная медицинская академия, г. Иваново

В последние годы сильно возрос интерес к определению трехмерной организации молекулярных кристаллов аминокислот, в которых именно межмолекулярные водородные связи (Н-связи) и ориентационные диполь-дипольные взаимодействия преобладают над остальными силами и вносят определяющий вклад в энергию упаковки.

В настоящей работе исследована система Н-связей в молекулярных кристаллах серина и определена энергия взаимодействия между двумя его молекулами. Исследуемые модели были построены на основе результатов рентгеноструктурных данных, содержащихся в Кембриджской кристаллографической базе [1]. Квантово-химические расчеты энергии взаимодействия и ее декомпозиция были выполнены по методу Морокумы (HF/6-31G) (PC GAMESS) [2-4].

В кристаллической структуре серина одна молекула аминокислоты образует с соседними восемь Н-связей двух видов: N–H<sup>+</sup>⋯O и O–H<sup>+</sup>⋯O.

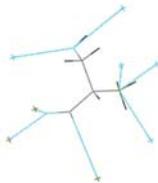


Таблица. Энергия взаимодействия ( $\Delta E$ ) и ее компоненты (ккал/моль)

Моделируемая система	$\Delta E^*$	$E_{cs}$	$E_{ex}$	$E_{pl}$	$E_{ct}$	$E_{mix}$
SerH <sub>1</sub>	-45.77 (-41.35)	-41.60	8.06	-5.37	-5.70	-1.17
SerH <sub>2</sub>	-34.14 (-31.78)	-36.20	10.68	-4.10	-3.83	-0.68
SerH <sub>3</sub>	-4.69 (-2.99)	-4.05	6.19	-3.51	-2.95	-0.37
SerH <sub>4</sub>	-4.69 (-2.99)	-4.05	6.19	-3.51	-2.95	-0.37
SerH <sub>5</sub>	-34.14 (-31.78)	-36.20	10.68	-4.10	-3.83	-0.68

SerH <sub>6</sub>	-45.77 (-41.35)	-41.60	8.06	-5.37	-5.70	-1.17
SerH <sub>7</sub>	-0.78 (0.86)	-1.32	3.96	-1.54	-1.70	-0.18
SerH <sub>8</sub>	-0.78 (0.86)	-1.32	3.96	-1.54	-1.70	-0.18

<sup>a</sup> в скобках приведены значения энергии взаимодействия с учетом BSSE; E<sub>es</sub> – электростатическая энергия, E<sub>ex</sub> – энергия обменного отталкивания, E<sub>pl</sub> – поляризационная энергия, E<sub>ct</sub> – энергия переноса заряда, E<sub>mix</sub> – энергия смешивания.

Анализ Таблицы показывает, что основной вклад в энергию взаимодействия вносит электростатическая составляющая. Восемь Н-связей по своим энергетическим характеристикам делятся на четыре разных типа, три из которых N–H···O и одна O–H···O.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, проект FZZM-2021-0002.

### **Список литературы**

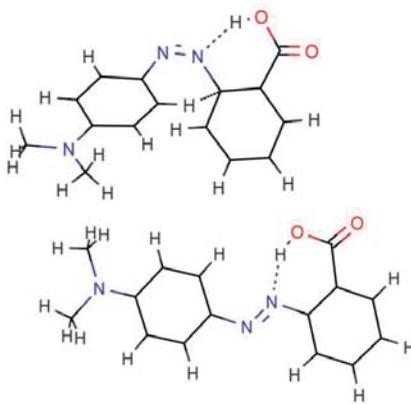
1. Кембриджская кристаллографическая база данных, Cambridge Crystallographic Date Centre (CCDC). <http://www.ccdc.com.ac.uk>.
2. Granovsky A.A. PCGAMESS version 7.1. <http://classic.chem.msu.su/gran/gamess/index.html>.
3. Morokuma K., Kitaura K. A new energy decomposition scheme for molecular interactions within the Hartree-Fock approximation // International Journal of Quantum Chemistry. 1976. V. 10. P.325-327.
4. Morokuma K. Molecular orbital studies of hydrogen bonds. III. C=O···H–O Hydrogen bond in H<sub>2</sub>CO···H<sub>2</sub>O and H<sub>2</sub>CO···2H<sub>2</sub>O // J. Chem. Phys. 1971. V. 55. P. 1236-1244.

## **ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СЛАБЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В МЕТИЛОВОМ КРАСНОМ**

**Щенухина А.С., Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д.**

*Тверской государственный университет, г. Тверь*

В работе методом ВЗЛР были исследованы два конформера метилового красного, с *цис*- и *транс*-положением ароматических колец относительно диазогруппы -N=N- (*цис*-форма обозначена как **1**, *транс* – как **2**, см. Рис. 1).



**Рис. 1.** Структуры *цис*-стереоизомера метилового красного (1) и *транс*-стереоизомера (2).

В изученных соединениях найдено два типа внутримолекулярных слабых взаимодействий (ВМСВ): С–Н, N–Н. В структуре **1** присутствуют оба таких типа. Взаимодействие С–Н в **1** соединяет атомы двух бензольных фрагментов, замыкая цикл из шести атомов, а N–Н и в **1**, и в **2** – формируется между атомом Н фрагмента ОН карбоксильной и N диазогруппы. Анализ ВМСВ в *цис*-форме, где присутствует связь N–О (образована N диазогруппы и О фрагмента С=О) представлен в работе [1].

Значение электронной плотности в критических точках (КТ) связевых путей С–Н, N–Н в рассмотренных структурах изменяется от 0.012 а.е до 0.056 а.е. (Таблица). Величина  $\rho_b(r)$  является одной из характеристик прочности связи, а её относительно малое значение в КТ связывающих путей С–Н, N–Н свидетельствует о слабости этих взаимодействий. Положительная величина лапласиана электронной плотности  $\Delta\rho_b(r)$  во всех рассмотренных взаимодействиях показывает наличие переноса электронной плотности через межатомную поверхность и сосредоточение заряда в бассейне одного из атомов ВМСВ –  $q(\Omega)$ . Таким образом, имеет место параллельное расширение бассейнов  $\rho(r)$  от связи, вместо перпендикулярного сжатия. Соотношение зарядов атомов, составляющих ВМСВ N–Н, показывает отток электронной плотности в бассейн атома N от Н (Таблица), а в С–Н от С к Н.

**Таблица.** Характеристики электронной плотности в критической точке (3; -1) ВМСВ С–Н и N–Н в изомерах **1** и **2**: заряды атомов –  $q(\Omega)$  (а.е.), электронная плотность в КТ –  $\rho_b(r)$  (а.е.), значения кривизны –  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ , лапласиан –  $\Delta\rho_b(r)$  (а.е.), эллиптичность –  $\varepsilon$  и длина связевого пути ( $R_e$ ) (Å)

	N–H					N	H		
	$\rho_b(r)$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\varepsilon$	$R_e, \text{Å}$	$\Delta\rho_b(r)$	$q(\Omega)$	$q(\Omega)$
<b>1</b>	0.048	-0.083	-0.079	0.255	0.058	1.78	0.093	-0.475	0.625
<b>2</b>	0.056	-0.100	-0.100	0.290	0.001	1.72	0.090	-0.530	0.625

С-Н								С	Н
<b>1</b>	0.012	-0.006	-0.005	0.052	0.341	2.77	0.041	0.283	0.025

### **Список литературы**

1. Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д. Слабые взаимодействия в диметиланилине и его производных // Журнал структурной химии. 2020. Т. 61. № 12. С. 1951-1957.

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ КАТАЛИЗАТОРА**

**Язовцева О.С.<sup>1,2</sup>, Губайдуллин И.М.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва, г. Саранск*

<sup>2</sup>*Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа*

Одним из основных способов получения промышленно ценных продуктов являются каталитические реакции. С течением времени эффективность катализатора снижается вследствие покрытия его гранул коксовыми отложениями, основной частью которых является углерод. Поэтому неотъемлемой частью большинства химических промышленных процессов является регенерация катализатора, при этом трудноразрешимой задачей является определение технологических условий проведения регенерации, одновременно обеспечивающих высокую скорость выжига коксовых отложений и сохранность слоя катализатора [1, 2].

Наибольшая угроза для работоспособности катализатора заключена в высокой вероятности возникновения «горячих пятен» [1, 2]. Это явление объясняется способностью угля адсорбировать легковоспламеняющийся кислород при низкотемпературном горении [3]. Для предотвращения возникновения очагов возгорания необходимо постоянно контролировать температуру выжига коксовых отложений. Иными словами, необходимо обеспечить температурную устойчивость процесса окислительной регенерации, что позволяет сделать исследование его математической модели [4].

Разработанная нами математическая модель процесса окислительной регенерации представляет собой нелинейную систему дифференциальных уравнений в частных производных, однако, исследование температурной устойчивости можно свести к исследованию устойчивости по части переменных усредненной модели, представляющей собой нелинейную систему обыкновенных дифференциальных уравнений [5].

### **Список литературы**

1. Масагутов Р.М., Морозов Б.Ф., Кутепов Б.И. Регенерация катализаторов в нефтепереработке и нефтехимии. – М.: Химия, 1987. 144 с.  
 2. Губайдуллин И.М. Математическое моделирование динамических режимов окислительной регенерации катализаторов в аппаратах с неподвижным слоем. Дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Институт нефтехимии и катализа АН РБ. Уфа, 1996. 109 с.

3. Курятников В.В. Роль поверхностных свойств диспергированного угля в процессах его воспламенения // Физика горения и взрыва. 1983. Т. 19. № 5. С. 18-21.
4. Губайдуллин И.М. Устойчивость зон высокой температуры в неподвижном слое катализатора // Тез. докл. II Всесоюз. конф. молодых ученых по физхимии. – Москва, 1983. С. 232-233.
5. Румянцев В.В., Озиранер А. С. Устойчивость и стабилизация движения по отношению к части переменных. – М.: Наука, 1987. 253 с.

### **КОРРЕЛЯЦИИ «СТРУКТУРА-ЭНТАЛЬПИЯ ОБРАЗОВАНИЯ» ДВУХАТОМНЫХ СПИРТОВ**

**Козлова Р.Р., Виноградова М.Г.**

*ФГБОУ ВО Тверской государственный университет*

Экспериментальных сведений по корреляции «структура-свойство» немного, в том числе и для двухосновных спиртов. Именно поэтому актуальной задачей современной химии является установление связи между строением соединений и их свойствами. Решение этой задачи даже для одного класса соединений значительно расширяет возможности теоретической химии.

Целью настоящей работы является – установление количественных корреляций «структура-энтальпия образования» в двухатомных спиртах.

В работе применялись – методы теории графов, методы линейной алгебры, метод наименьших квадратов (МНК) и др.

В работе обсуждаются возможности теоретико-графового подхода в изучении энтальпии образования двухатомных спиртов. Были выбраны для построения корреляций “структура-энтальпия образования” наиболее подходящие топологические индексы (ТИ) [1-4].

Для двухатомных спиртов нами были выведены расчётные схемы в третьем приближении

$$\Delta_f H^0_{298(\text{ж})} = p_1 b_{cc} + p'_1 b_{co} + p_2 \Gamma_{cc} + p'_2 \Gamma_{co} + R \Delta_{ccc} + R' \Delta_{cco} + p_3 \tau_{cc} + p'_3 \tau_{co} + p''_3 \tau_{oo} + p_4 \omega_{cc} + p'_4 \omega_{co} + p''_4 \omega_{oo}$$

Здесь  $p_1, p_2, p_3, p_4, \dots$  – соответственно такие индексы как число путей длины один, два, три;  $R$  – число троек смежных рёбер;  $b_{cc}, b_{co}, \Gamma_{cc}, \dots$  – соответствующие параметры.

По данной схеме проведены численные расчеты энтальпии образования двухатомных спиртов. Ряд параметров из-за нехватки экспериментальных данных при этом пропадает. Полученные значения согласуются с экспериментом [5]. Это позволяет предсказать недостающие значения свойств членов исследуемого ряда.

Также были исследованы зависимости вида  $P=f(\text{ТИ})$  [2-4]. Выявлены уравнения, отвечающие наиболее тесной корреляционной связи между энтальпией образования двухатомных спиртов и топологическими индексами.

В работе также рассмотрены графические зависимости “ $\Delta_f H^0_{298(\text{ж})}$  – топологический индекс”, “ $\Delta_f H^0_{298(\text{ж})}$  – номер изомера” и “Топологический индекс – номер изомера”.

Показано, что в одних случаях наблюдается симбатное изменение энтальпии образования и ТИ, например,  $\Delta_f H^0_{298(\text{ж})}$  и индексов Винера  $W$  и

Балабана  $J$ , что свидетельствует о хорошей корреляции между  $\Delta_f H^0_{298(r)}$  и ТИ. В других случаях такой корреляции нет, например,  $\Delta_f H^0_{298(ж)}$  и числом Харари  $H$ .

С увеличением числа изомеров корреляции между энтальпией образования и топологическими индексами усложняются. Это необходимо учитывать при аналитическом изучении зависимостей “Свойство – топологический индекс”.

### ***Список литературы***

1. Химические приложения топологии и теории графов / Под ред . Р. Кинга. - М.: Мир.- 1987. -560 с.
2. Виноградова М.Г., Папулов Ю.Г. Теоретико-графовые методы в химии. Учебное пособие.-Тверь:ТвГУ.- 2013.- 88 с.
3. M. G. Vinogradova, Yu. A. Fedina, and Yu. G. Papulov. Graph Theory in Structure–Property Correlations// Russian Journal of Physical Chemistry A. – 2016.- Vol. 90.- No. 2.- pp. 411–416.
4. Виноградова М.Г. Расчётные методы исследования взаимосвязи “структура-свойство” в атом-атомном представлении. Дис. докт. хим. наук . –Тверь: ТвГУ. –2004. – 440 с.
5. Lange's Handbook of Chemistry / Editor: J.A. Dean. (15th Edition), McGraw-Hill. 1999. [Электронный ресурс]. — URL: <http://fptl.ru/biblioteka/spravo4niki/dean.pdf> (дата обращения: 10.12.20).

**СЕКЦИЯ  
«БЕЗОПАСНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ»**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ, СТОЙКИХ К  
АТАКАМ НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАЦИИ АППАРАТНЫХ ОШИБОК**

**Макаева Ю.Ю.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Внешние злоумышленные воздействия, использующие аппаратные отказы или формирующие преднамеренные сбои в процессе эксплуатации аппаратуры, реализующей алгоритмы преобразования данных, является весьма специфичным, однако в связи с массовым использованием электронных устройств с развитой инфокоммуникационной структурой анализ подобного вида воздействий приобрел несомненную актуальность. Очевидно, что в случае аппаратных отказов злоумышленнику необходимо синхронизировать свои действия с моментом отказа, что является совершенно не тривиальной задачей, а появление ошибок в момент преобразования заданных входных блоков является еще более редким событием [1-4]. При формировании преднамеренных сбоев могут применяться воздействия различной физической природы, начиная от нагрева определенных частей аппаратуры и заканчивая точечным влиянием ионизирующих излучений. Данные воздействия позволяют модифицировать данные или часть данных в процессе их преобразования, причем наиболее успешной модификация будет в том случае, когда она произошла в заранее заданных местах алгоритма. Сравнение исходных и искаженных данных может дать злоумышленнику информацию о параметрах алгоритма, в том числе и на завершающем этапе (раунде) преобразования. Анализ блочных алгоритмов показали их нестойкость к анализу на основе формирования преднамеренных сбоев [5]. Усложнение существующих блочных алгоритмов преобразования, например, путем увеличения числа раундов преобразования и соответствующего увеличения параметров преобразования не решает проблему уязвимости к методу формирования преднамеренных сбоев. В докладе предложены блочные алгоритмы на базе изменяемых операций [6-9], что препятствует получению информации о применяемых параметрах. Аппаратная реализация допускает также возможность создания экранирующих средств, сильно ослабляющих как внешние воздействия на систему, так и побочные излучения самой аппаратуры.

***Список литературы***

1. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
2. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
3. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
4. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.

5. Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Анализ новейших требований ФСТЭК и общие решения существующих проблем защиты информационных систем. Сборник материалов X-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2016. С. 28-29.
6. Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н., Седаков А.В. Динамическая аутентификация группы разнородных объектов. Информатизация образования-2014. 2014. С. 260-262.
7. Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Соколов С.Ю. Концептуальные основы построения систем обеспечения взаимной аутентификации объектов // Известия института инженерной физики, 2008. № 4(10). С.6-9.
8. Немченко И.А., Николаев Д.Б. Обеспечение безопасности качественной составляющей информации с использованием стохастических алгоритмов. Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. 2011. № 35. С. 126.
9. Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Исследование вопросов оптимизации параметров защищенности информации. Сборник материалов IX-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2015. С. 75.

**АССОЦИАТИВНАЯ ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ  
РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ОБЪЕКТОВ  
Копейкин А.Э., Дюпин В.Н., Савина К.Н.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Огромную роль в развитии промышленности в современном обществе играют системы автоматического проектирования (САПР). САПР содержат программные пакеты как для конструкторского 3D моделирования сложных деталей и геометрий, так и программные пакеты инженерного анализа для моделирования физического воздействия на компьютерные 3D модели. Огромную роль в САПР играет задача автоматизации и обобщения рутинных операций инженеров [1].

Следует учесть, что сложные 3D модели зачастую требуют творческого подхода как на стадии построения расчетных сеток, так и на стадии инженерного анализа.

Для автоматизации творческих задач используют системы искусственного интеллекта, которые позволяют использовать накопленный опыт экспертов, моделировать различные вариации прохождения физических процессов, основываясь на знаниях обучающей выборки.

В основе систем искусственного интеллекта лежит математическая модель нейронной сети – искусственная нейронная сеть (ИНС). Элементарной единицей ИНС является перцептрон – нейрон, ядром которого является передаточная функция, определяющая правила передачи аккумулированного входного воздействия на нейрон соседним нейронам [2-4].

Задача обучения ИНС сводится к задаче динамической настройки связей между нейронами сети. Ассоциативная ИНС позволяет накапливать и производить классификацию входных сигналов.

В рамках доклада представлена ассоциативная нейронная сеть, позволяющую выделять из входных фотографий характерные черты объектов и проводить классификацию распознанных объектов [5-8].

### ***Список литературы***

1. Дюпин В.Н. (2019) Модель виртуального адаптационного пространства // Научно-технический вестник Поволжья. № 3. С. 111-114.
2. Бабанов Н.Ю., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н., Новиков А.В. Виртуальная интерактивная система формирования и отработки управляющей информации. Вестник НГИЭИ. 2016. № 4 (59). С. 15-29.
3. Васильев Р.А., Николаев Д.Б. Анализ возможностей применения голосовой идентификации в системах разграничения доступа к информации. Научный результат. Информационные технологии. 2016. Т. 1. № 1. С. 48-57.
4. Пат. 2546238, 07.10.2013. Способ транслитерационного преобразования информации и передачи ее по каналам связи / Грибунин В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Патент на изобретение № 2546238 от 07.10.2013.
5. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
6. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
7. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
8. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.

## **РАСПРОСТРАНЕННЫЕ УЯЗВИМОСТИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ**

**Кащей В.М., Абросимова П.И.**

*ТИ НИЯУ МИФИ*

Количество веб-сайтов растет с каждым годом и на начало 2021 года составило более 1.83 миллиарда. При этом, эта цифра не учитывает веб-сервисы, которые не предоставляют интерфейса в виде сайта.

По данным исследования 19% веб-приложений уязвимы к атакам, при помощи которых можно получить контроль, как над самим приложением, так и над операционной системой сервера. При этом, большинство уязвимостей связаны с допущенными ошибками в коде.

К уязвимостям, связанным с недостаточной строгостью при обработке пользовательского ввода относятся инъекции (SQL, XML, JSON), XSS, LFI/RFI. В ходе данных атак злоумышленник эксплуатирует допущенную разработчиком халатность при обработке данных, введенных пользователем. Кроме того, важным нововведением последних лет является публичная доступность средств аудита на предлагаемые уязвимости, благодаря чему любой желающий может, выполнив несложный набор действий, обнаружить и эксплуатировать уязвимость в автоматизированном режиме. Чтобы избежать подобных уязвимостей разработчикам следует использовать готовые решения в

работе с базами данных, XML, JSON, выводе данных на страницах, которые проверены временем и содержат готовые и проверенные решения экранирования ввода.

Многофакторная аутентификация является мощным средством по усилению механизмов авторизации, но применяется, к сожалению, не всегда. Ключевые учетные данные должны быть усилены данным механизмом, чтобы их кража не привела к получению полного доступа к системе.

Загрузка произвольных файлов на сервер также может привести к большим проблемам, например, загрузке и выполнению загружаемого файла. Данная уязвимость предотвращается установкой правильных разрешений файлов и строгой вариацией при загрузке.

Таким образом, были рассмотрены наиболее распространенные уязвимости веб-приложений, которые допускаются разработчиками в ходе их создания. Для того, чтобы уязвимости отсутствовали необходимо соблюдать простые практики в ходе разработки, которые были изложены для каждой уязвимости.

#### ***Список источников***

1. OWASP Top Ten Web Application Security Risks [Электронный ресурс] Ресурс доступа: <https://owasp.org/www-project-top-ten> (11.02.2021)
2. Статистика уязвимостей веб-приложений [Электронный ресурс] Ресурс доступа: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/web-application-vulnerabilities-statistics-2019/> (11.02.2021)
3. Интернет статистика [Электронный ресурс] Ресурс доступа: <https://www.websitehostingrating.com/ru/internet-statistics-facts/> (11.02.2021)
4. Безопасность веб-приложений: от уязвимостей до мониторинга [Электронный ресурс] Ресурс доступа: <https://habr.com/ru/post/526878/> (11.02.2021)

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**Кононова В.Е., Дюпин В.Н., Чиркова В.Е.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Имитационное моделирование – метод исследования процессов сложных открытых саморазвивающихся систем, опирающийся на компьютерные моделирование поведения отдельных частей системы [1].

Существует два подхода построения модели поведения сложной системы: восходящий и нисходящий. Восходящий подход моделирования заключается в том, что поведение компонентов системы жестко детерминировано законами поведения всей системы [2-6]. Нисходящий подход заключается в том, что поведение отдельных частей системы может носить стохастический характер и вносить существенные изменения в поведение всей системы. Таким образом, в нисходящем подходе поведение отдельных частей системы может определять поведение всей системы [7,8].

При исследовании биологических систем следует учитывать, что поведение таких систем может носить динамический характер, обусловленный эволюцией поведения отдельных частей программы.

Особую роль имитационного моделирования поведения биологических систем в современном мире занимают исследовательские работы, связанные с моделированием распространения эпидемий и вирусов.

В рамках доклада представлена имитационная модель, позволяющая осуществлять мониторинг эволюционного развития биологических систем, поведение которых определяется исходным набором моделей поведения отдельных частей системы.

### ***Список литературы***

1. Дюпин В.Н. (2019) Модель виртуального адаптационного пространства // Научно-технический вестник Поволжья. № 3. С. 111-114.
2. Бабанов Н.Ю., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н., Новиков А.В. Виртуальная интерактивная система формирования и отработки управляющей информации. Вестник НГИЭИ. 2016. № 4 (59). С. 15-29.
3. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
4. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
5. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
6. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.
7. Васильев Р.А., Николаев Д.Б. Анализ возможностей применения голосовой идентификации в системах разграничения доступа к информации. Научный результат. Информационные технологии. 2016. Т. 1. № 1. С. 48-57.
8. Пат. 2546238, 07.10.2013. Способ транслитерационного преобразования информации и передачи ее по каналам связи / Грибунин В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Патент на изобретение № 2546238 от 07.10.2013.

## **ЭМПИРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНИЗМА НАКОПЛЕНИЯ СТАТИСТИКИ**

**Селивохин К.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Использование криптографических преобразований позволяет с определенной степенью достоверности говорить о безопасности преобразованной информации [1-3]. При этом структура преобразования и его параметры существенно влияют на его программную и аппаратную реализацию, предъявляя требования к размеру ключевой последовательности, объему используемой памяти, быстродействию вычислительных элементов. Без сомнения, все это в совокупности не должно ухудшать основное свойство криптографического алгоритма – его стойкость к взлому, модификации и другим злоумышленным действиям. Чтобы снизить вероятность

компрометации разработанного преобразования, необходимо комплексное исследование режимов эксплуатации алгоритма в условиях применения той или иной модели злоумышленника (модели угроз). Данная работа посвящена исследованию класса алгоритмов с заранее заданными свойствами, устойчивого к анализу с применением методики распределенного накопления статистики [4-7]. Цель данной работы разработка эмпирического метода оценки блочного преобразования на основе накопленного в процессе определенного промежутка времени статистического материала [8]. Совокупность статистических данных включает в себя перехваченные злоумышленником произвольные блоки преобразованных данных, сформированные с использованием неизвестного ключевого параметра [9]. Базовыми механизмами анализа в эмпирическом методе оценки являются тестирование массива данных на наличие одинаковых или статистически зависимых блоков, распознавание блоков данных, полученных с использованием стандартных операций, таких как перемешивание и рассеивание.

### ***Список литературы***

1. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учебно-методическое пособие // Под ред. В.Г. Грибунина. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2015.
2. Грибунин В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Криптография и безопасность цифровых систем: Учебное пособие. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011. 411 с.
3. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Цифровые водяные знаки: Учебно-методическое пособие. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2016, 295 с.
4. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
5. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
6. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
7. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.
8. Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Анализ новейших требований ФСТЭК и общие решения существующих проблем защиты информационных систем. Сборник материалов X-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2016. С. 28-29.
9. Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Исследование вопросов оптимизации параметров защищенности информации. Сборник материалов IX-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2015. С. 75.

## СПОСОБ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННЫХ СИСТЕМ ОБУЧЕНИЯ

Сергеева О.А., Кривошеев О.В.

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Введение ограничений на проведение очных аудиторных занятий привело к необходимости стремительного роста систем дистанционного обучения, в рамках которых требуется создание безопасных каналов взаимодействия между преподавателем и аудиторией в индивидуальном или групповом формате. Разглашение элементов информационного взаимодействия может привести к возникновению конфликтных ситуаций как при проведении контроля и оценки знаний, так и при утере персональных данных взаимодействующих субъектов [1-4]. Решение данной проблемы лежит в применении криптографических алгоритмов, которые позволяют обеспечить защиту передаваемых данных на требуемом уровне [5-8]. В представленном способе [9] входной информационный блок подвергается модификации с использованием параметрической ключевой информации и выдается в среду передачи. Приемник осуществляет обратное преобразование полученного блока данных, имея такую же параметрическую ключевую последовательность. Преобразования происходят в поточном режиме, когда одна единица массива информации модифицируется при помощи одного символа ключа. Применяемое преобразование является симбиозом криптографического примитива с ключом и системы алгебраического кодирования, отвечающей за целостность сообщения. Рассматриваемый способ позволяет усложнить анализ преобразованной информации, обеспечить ее целостность, а также оптимизировать процессы передачи, хранения и обработки блоков данных, циркулирующих в информационной системе. Применение рассмотренного способа криптографического преобразования в системах дистанционного обучения позволяет комплексным образом решить проблему безопасности, целостности и избирательной доступности данных, что является неотъемлемой частью любой распределенной информационной системы, и особенно образовательной системы.

### ***Список литературы***

1. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
2. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
3. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
4. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.
5. Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Анализ новейших требований ФСТЭК и общие решения существующих проблем защиты информационных систем. Сборник материалов X-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2016. С. 28-29.
6. Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н., Седаков А.В. Динамическая аутентификация группы разнородных объектов.

Информатизация образования-2014. 2014. С. 260-262.

7. Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Соколов С.Ю. Концептуальные основы построения систем обеспечения взаимной аутентификации объектов // Известия института инженерной физики, 2008. № 4(10). С.6-9.

8. Немченко И.А., Николаев Д.Б. Обеспечение безопасности качественной составляющей информации с использованием стохастических алгоритмов. Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. 2011. № 35. С. 126.

9. Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Исследование вопросов оптимизации параметров защищенности информации. Сборник материалов IX-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2015. С. 75.

## **ВЫЯВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА СКРЫТЫХ КАНАЛОВ ПО ПАМЯТИ ВО ВСТРАИВАЕМОМ ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ**

**Сергеева О.А.<sup>1</sup>, Колованов А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

<sup>2</sup>*Министерство обороны, г.Москва*

Безопасность данных системы обработки информации достигается применением механизмов предотвращения и обнаружения злоумышленных и противоправных действий. Все чаще такие действия становятся возможными, благодаря появлению неявных каналов нелегального присутствия, которые могут использовать как штатные средства системы, так и скрытно внедренные. Подобные каналы – это непредусмотренные разработчиком системы информационных технологий и автоматизированных систем коммуникационные каналы, которые могут быть применены для нарушения политики безопасности [1-7]. В каналах нелегального присутствия невозможен контроль информационного взаимодействия средствами защиты информационных потоков, что может привести к утечке информации, нарушить целостность информационных ресурсов и программного обеспечения в компьютерных системах или создать иные препятствия по реализации информационных технологий [8-10]. Целью работы являлась разработка методики выявления и оценки скрытых каналов по памяти во встраиваемом программном обеспечении. Апробация методики осуществлялась в процессе квалификационного и периодического тестирования программного обеспечения, которое на данный момент разрабатывается ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» в рамках создания комплекса программ в защищенном исполнении «Система полного жизненного цикла изделий «Цифровое предприятие».

### ***Список литературы***

1. Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Анализ новейших требований ФСТЭК и общие решения существующих проблем защиты информационных систем. Сборник материалов X-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2016. С. 28-29.
2. Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н., Седаков

- А.В. Динамическая аутентификация группы разнородных объектов. Информатизация образования-2014. 2014. С. 260-262.
3. Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Соколов С.Ю. Концептуальные основы построения систем обеспечения взаимной аутентификации объектов // Известия института инженерной физики, 2008. № 4(10). С.6-9.
  4. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
  5. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
  6. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
  7. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.
  8. Немченко И.А., Николаев Д.Б. Обеспечение безопасности качественной составляющей информации с использованием стохастических алгоритмов. Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. 2011. № 35. С. 126.
  9. Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Исследование вопросов оптимизации параметров защищенности информации. Сборник материалов IX-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2015. С. 75.
  10. Васильев Р.А., Николаев Д.Б. Анализ возможностей применения голосовой идентификации в системах разграничения доступа к информации. Научный результат. Информационные технологии. 2016. Т. 1. № 1. С. 48-57.

## **АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДДЕРЖКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**Бургасов С.И.<sup>1</sup>, Колованов А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

<sup>2</sup>*Министерство обороны, г.Москва*

Интеллектуализация информационных систем – это сложный трудоёмкий процесс, включающий различные стадии жизненного цикла, неотъемлемой частью функционирования подобных систем является организация корректного функционирования всех элементов системы, что невозможно без применения современных аппаратно-программных средств управления и контроля. В условиях применения гибких (динамических) алгоритмов информационного взаимодействия основная нагрузка приходится на средства коммуникации, реализованные в виде устройств связи [1-3]. Устройства связи необходимы для сопряжения компонентов инфокоммуникационных систем посредством подстройки приемо-передающих каскадов под заданные параметры информационного взаимодействия. От корректности настройки зависит техническая возможность соединения разнородных кластеров данных в единую систему. Проверку корректного функционирования приемо-передающих каскадов осуществляют внешние или встроенные устройства контроллинга коммутируемых цепей и линий связи [4-7]. Устройства анализируют параметры сопрягаемых систем по заданным критериям [8-11]. Целью работы,

результаты которой представлены в докладе, программно-аппаратного универсального комплекта устройств контроллинга для оценки параметров электронных устройств.

### ***Список литературы***

1. Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Анализ новейших требований ФСТЭК и общие решения существующих проблем защиты информационных систем. Сборник материалов X-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2016. С. 28-29.
2. Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н., Седаков А.В. Динамическая аутентификация группы разнородных объектов. Информатизация образования-2014. 2014. С. 260-262.
3. Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Соколов С.Ю. Концептуальные основы построения систем обеспечения взаимной аутентификации объектов // Известия института инженерной физики, 2008. № 4(10). С.6-9.
4. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
5. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
6. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
7. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.
8. Немченко И.А., Николаев Д.Б. Обеспечение безопасности качественной составляющей информации с использованием стохастических алгоритмов. Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. 2011. № 35. С. 126.
9. Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Исследование вопросов оптимизации параметров защищенности информации. Сборник материалов IX-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2015. С. 75.
10. Васильев Р.А., Николаев Д.Б. Анализ возможностей применения голосовой идентификации в системах разграничения доступа к информации. Научный результат. Информационные технологии. 2016. Т. 1. № 1. С. 48-57.
11. Грибунина В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учебно-методическое пособие // Под ред. В.Г. Грибунина. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2015.

### **МОДЕЛЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОНТУРА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ**

**Бургасов С.И., Николаева И.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Работоспособность контуров энергообеспечения систем управления и контроля определяет характеристики и класс оборудования. Можно сказать, что функциональные блоки защищены по цепям питания от многих

дестабилизирующих факторов, которые являются основными для энергетических контуров. Изменение сетевого напряжения – это, в первую очередь, а также характер и значение сопротивления нагрузки. В настоящее время режимы функционирования адаптируются к условиям эксплуатации благодаря свойствам, заложенным в контуры энергообеспечения [1-3].

Внешние воздействия, которые могут носить как случайный, так и преднамеренный характер, как правило, имеют ограниченный диапазон влияния, компенсация которого основная задача контура энергообеспечения [4]. Многообразие систем управления и контроля, постоянно расширяющаяся номенклатура элементов и узлов, применяемых для построения систем, динамически изменяющиеся условия эксплуатации – все эти факторы приводят к необходимости создания надежных, адаптивных систем энергоснабжения, удовлетворяющих предъявляемым к ним требованиям по качеству электропитания [5-8]. Механизмы предотвращения негативного влияния внешних возмущающих факторов на контуры энергообеспечения в данном случае играют важную роль при создании перспективных технических средств управления и контроля.

Рассмотрены вопросы декомпозиции структурного построения перспективного технического средства с целью выделения каналов влияния внешних факторов и определения базовых блоков энергетической составляющей перспективных технических средств [9,10].

#### ***Список литературы***

1. Гончаров С., Николаев Д., Никитин В., Писецкий В. Схемотехническая реализация автомата. Компоненты и технологии. 2013. № 2 (139). С. 126-128.
2. Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н., Седаков А.В. Динамическая аутентификация группы разнородных объектов. Информатизация образования-2014. 2014. С. 260-262.
3. Пат. 2154722, 27.08.1999. Электронный кодовый замок / Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Шишкин Г.И. Патент на изобретение № 2154722 от 27.08.1999.
4. Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Исследование вопросов оптимизации параметров защищенности информации. Сборник материалов IX-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2015. С. 75.
5. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
6. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
7. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
8. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.
9. Немченко И.А., Николаев Д.Б. Обеспечение безопасности качественной составляющей информации с использованием стохастических алгоритмов. Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. 2011. № 35. С. 126.
10. Бабанов Н.Ю., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н., Новиков А.В. Виртуальная интерактивная система формирования и обработки

## ОБЗОР СКРЫТЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ ЗА СЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Чернышов С.А.<sup>1,2</sup>, Груздев С.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров

Информация была и остается одним из главных стратегических ресурсов, который влияет на все сферы жизнедеятельности людей. Информация ограниченного доступа, к которой относится информация, содержащая сведения, составляющие коммерческую, служебную, личную или семейную и иную тайну, персональные данные граждан и т.п., подлежит защите от утечки. Под утечкой информации понимается процесс переноса информации от источника к несанкционированному получателю. Физический путь распространения информации от её источника к несанкционированному получателю образует канал утечки информации. В изолированных системах (например, компьютерных сетях без подключения к общедоступным сетям) одним из каналов утечки информации может являться технический, который представляет собой совокупность объекта разведки, среды распространения и технического средства разведки. Значимым элементом технического канала утечки информации является канал связи. Электрические процессы в цепях автономных объектов вычислительной техники или компьютерных сетей, построенных на их базе, приводят к формированию и излучению в пространство электромагнитных сигналов. Таким образом, возникает скрытый канал за счет электромагнитных излучений и, следовательно, проблема защиты цифровой информации, циркулирующей в цепях этой аппаратуры, от ее обнаружения внешними приемно-регистрирующими средствами. В данной работе представлен анализ существующих работ [1 - 6], посвященных вопросам создания скрытых каналов связи за счет электромагнитных излучений в изолированных компьютерных сетях [7-11]. Рассмотрены основные параметры и характеристики приведенных способов создания скрытых каналов связи за счет электромагнитных излучений, а также существующие способы их организации.

### *Список литературы*

1. Guri M. USBee: Air-gap covert-channel via electromagnetic emission from USB / M. Guri, M. Monitz, Y. Elovici // In Proceedings of the 14th Annual Conference on Privacy, Security and Trust.— 2016.— P. 41-46.
2. Контроль побочного электромагнитного излучения как средство защиты технического средства от несанкционированного доступа. Груздев С.В., Анашкин А.Н., Ерошев В.И. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. 2019. С. 52-54.
3. Guri M. AirHopper: Bridging the air-gap between isolated networks and mobile phones using radio frequencies / M. Guri, G. Kedma, A. Kachlon, Y. Elovici // In Proceedings of the 9th International Conference on in Malicious and Unwanted Software: The Americas, IEEE.— 2014.— P. 58-78.

4. Исследование возможности создания программно формируемых технических каналов утечки информации. Евстифеев А.А., Ерошев В.И., Казаков А.А., Николаев Д.Б. В сборнике: XXIII Нижегородская сессия молодых ученых (технические, естественные, математические науки). материалы докладов. 2018. С. 85.
5. Исследование характеристик скрытых электромагнитных каналов связи. Евстифеев А.А., Николаев Д.Б., Шишков В.Ю. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. 2020. С. 123-124.
6. Разработка предложений, направленных на противодействие утечки информации по программно-формируемому техническому каналу утечки информации. Казаков А.А., Лушкин Д.В., Николаева И.А. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. 2020. С. 142-143.
7. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
8. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
9. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
10. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.
11. Немченко И.А., Николаев Д.Б. Обеспечение безопасности качественной составляющей информации с использованием стохастических алгоритмов. Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. 2011. № 35. С. 126.

## **РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УГРОЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ**

**Чернышов С.А.<sup>1,2</sup>, Груздев С.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров

На сегодняшний день с ростом инцидентов связанных с информационной безопасностью для предприятий не теряет актуальности вопрос разработки организационных и технических мер, позволяющих снизить риск утечки информации ограниченного доступа. Для предприятий, где угрозы нарушения конфиденциальности, целостности и доступности информации могут приводить к значительным финансовым убыткам и репутационным потерям, вопрос разработки системы защиты информации становится особенно актуальным [1, 2]. Для используемых на предприятиях информационных систем (ИС), содержащих сведения ограниченного доступа, комплексная система защиты информации должна быть разработана в соответствии с требованиями нормативных документов ФСТЭК России, устанавливающими состав и содержание работ по защите информации [3 - 6]. Разработка системы защиты информации для ИС на базе локально-вычислительной сети начинается с формирования частной модели угроз, на основании которой разрабатываются

меры и выбираются средства защиты от актуальных угроз. Модель угроз безопасности и модель нарушителя - документы, отражающие требования к создаваемой системе, и определяющие перечень актуальных угроз безопасности информации, формирующий обоснованные требования при создании новой или модернизации уже существующей локально-вычислительной сети. В данной работе проведен анализ нормативно-методической документации в области защиты информации и исходной ИС с определением перечня защищаемой информации. Разработаны модель угроз и модель нарушителя, предложены организационные и технические меры защиты. Выбраны средства защиты информации, сертифицированные на соответствие требованиям по безопасности информации, предъявляемым к необходимому классу защищенности рассматриваемой информационной системы [7-10].

### *Список литературы*

1. Евстифеев А.А., Ерошев В.И. Исследование эффективности применения средств активной защиты информации от утечки по перспективным техническим каналам. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». Саров 2019 г. С. 4-5.
2. Казаков А.А., Ерошев В.И. Исследование вопросов защиты информации от утечки по техническому каналу при использовании средств активной защиты. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». Саров 2019г. С. 35-36.
3. Приказ ФСТЭК России от 11 февраля 2013 г. №17 «О защите информации не содержащих государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах».
4. Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Анализ новейших требований ФСТЭК и общие решения существующих проблем защиты информационных систем. Сборник материалов X Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». Саров 2016г. С. 28-29.
5. Грибунин В.Г., Костоков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учебно-методическое пособие // Под ред. В.Г. Грибунина. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2015.
6. Грибунин В.Г., Костоков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Цифровые водяные знаки: Учебно-методическое пособие. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2016, 295 с.
7. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
8. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
9. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
10. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.

## РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ РАДИАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИНДИКАТОРОВ

Удалов Р.С.<sup>1</sup>, Кашеев В.М.<sup>2</sup>, Левцова В.А.<sup>2</sup>, Оставненко И.И.<sup>2</sup>,  
Смирнов М.К.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

<sup>2</sup>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров

Измерительный стенд – это совокупность функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, расположенных в одном месте, и предназначенных для получения всех необходимых результатов измерений [1]. Использование измерительного стенда в процессе проведения радиационных испытаний значительно расширяет возможности проведения измерений [2], и позволяет повысить эффективность применения стандартной измерительной аппаратуры; адаптивно перенастраивая ее конфигурацию под решение конкретных измерительных задач. Разработанный стенд позволяет измерять основные параметры и характеристики полупроводниковых знаковсинтезирующих индикаторов [3, 4] в процессе проведения радиационных исследований. При проектировании стенда были разработаны его структурная и принципиальная схемы, по которым изготовили лабораторный макет устройства, в стандартном пластиковом корпусе типа G770A [5]. Отработана методика проведения измерений и передачи результатов по каналам связи [6]. Определены метрологические характеристики [7-10]. Разработанный стенд был успешно использован в процессе проведения радиационных испытаний [11].

### *Список литературы*

1. А.И. Астайкин, М.К. Смирнов «Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства», Саров, ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011 г.
2. Кашеев В.М., Левцова В.А., Смирнов М.К. Автоматизированный стенд для радиационных исследований ЭРИ. Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. Саров. «Интерконтакт», 2019 г., с. 11-12.
3. Левцова В.А., Кашеев В.М., Смирнов М.К. Математическое моделирование характеристик электрорадиоизделий. Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. Саров. «Интерконтакт», 2019 г., с. 12-13.
4. Астайкин А.И., Смирнов М.К. Основы оптоэлектроники. – М.: Высшая школа. 2007 г.
5. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учебно-методическое пособие // Под ред. В.Г. Грибунина. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2015.
6. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Цифровые водяные знаки: Учебно-методическое пособие. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2016, 295 с.
7. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.

8. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
9. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
10. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.
11. Немченко И.А., Николаев Д.Б. Обеспечение безопасности качественной составляющей информации с использованием стохастических алгоритмов. Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. 2011. № 35. С. 126.

## **ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ГИБРИДНЫХ ГЕТЕРОМОРФНЫХ СИСТЕМАХ** **Ррмаков К.Д., Сплюхин Д.В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Развитие автоматизированных систем управления объектами сложной функциональной структуры, которая может динамически корректироваться и изменяться в процессе своего функционирования, предопределило необходимость совершенствования средств идентификации и аутентификации. Важным фактором в данном направлении является то, что все программно-технические и алгоритмические решения должны базировать на отечественных разработках и соответствовать современному уровню развития технологий и промышленности. Отечественные аппаратные решения, особенно, в части реализации специфических функций и экстремальных условий эксплуатации, ограничены как на уровне вычислительных возможностей, так и в части скорости обработки и объема хранения данных. Единственным выходом из сложившейся ситуации является построение алгоритмически модифицируемых программных платформ, имеющих возможность адаптации под требуемую конфигурацию аппаратных ресурсов. Применительно к процессам идентификации и аутентификации требуется определить базовые критерии, по которым будет осуществляться адаптация процедуры идентификации объекта в каждом конкретном режиме функционирования системы управления. Подобными критериями, в частности, являются длина идентифицирующего признака, вычислительная сложность алгоритма идентификации, скорость его выполнения и объем памяти, требуемый для проведения вычислительных операций [1-3].

Таким образом, актуальным на сегодняшний момент является разработка адаптивных криптографических алгоритмов. Еще большую актуальность приобретает это направление при построении иерархических гетероморфных технических систем [4-6].

В работе рассматриваются способы параметризации различных алгоритмов, для получения их модифицированных версий. Так как каждый алгоритм состоит из нескольких базовых преобразований, рекомендацией является изменение данных преобразований, сохраняя при этом их конечную цель. Примером является линейное преобразование, используемое в алгоритмах для рассеивания влияния внесенного изменения на результат

алгоритма. Для параметризации данного преобразования можно подсчитать коэффициент рассеивания преобразования и получить обобщенный класс преобразований, каждый элемент из которого имеет полученный коэффициент.

В результате исследования были представлены методы параметризации, которые впоследствии можно применить самостоятельно к существующим криптографическим примитивам. Результаты работы могут использоваться для внедрения различных параметризованных семейств алгоритмов в гибридные гетероморфные системы [7,8].

### **Список литературы**

1. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учебно-методическое пособие // Под ред. В.Г. Грибунина. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2015.
2. Мартынов А.П., Мартынова И.А., Николаев Д.Б. Криптографические системы и метод факториального сжатия. Научно-технический журнал. Известия института инженерной физики. № 4 (42) 2016, с. 54-57.
3. Бабанов Н.Ю., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н., Новиков А.В. Виртуальная интерактивная система формирования и отработки управляющей информации. Вестник НГИЭИ, 2016. № 4 (59), с. 15-29.
4. Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Соколов С.Ю. Концептуальные основы построения систем обеспечения взаимной аутентификации объектов // Известия Института инженерной физики. 2008. Т. 4. в 10 (10). С. 6-9.
5. Мартынова И.А. Теоретико-функциональный анализ функций преобразования информационно-криптографических систем // Известия института инженерной физики. – 2020. – №4(58). – С. 73–77.
6. Мартынов А.П., Мартынова И.А., Николаев Д.Б., Сплюхин Д.В. Соответствия, отображения и образы элементов информационных систем. Известия Института инженерной физики. 2020. №4 (58). С. 78-83.
7. Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Исследование вопросов оптимизации параметров защищенности информации. Сборник материалов IX-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2015. С. 75.
8. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Цифровые водяные знаки. Учебно-методическое пособие - Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2016, 295 с.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОРАДИОИЗДЕЛИЙ**

**Тарасова И.М.<sup>1</sup>, Кашеев В.М.<sup>2</sup>, Левцова В. А.<sup>2</sup>, Поздышева А.И.<sup>2</sup>,  
Смирнов М. К.<sup>1</sup>, Удалов Р.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

<sup>2</sup>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров

Применение электрорадиоизделий (ЭРИ) широкой номенклатуры, формирование кластера производителей, конкурирующих друг с другом с целью снижения себестоимости и расширения функциональных возможностей,

предопределяет необходимость контроля параметров ЭРИ перед их применением в аппаратуре. Особенно это актуально, если к ЭРИ предъявляются требования по стойкости и прочности к воздействию ионизирующих излучений (ИИ) [1-3]. В рамках работ по моделированию поведенческих характеристик аппаратуры и ее составных элементов ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» исследует применяемую элементную базу с использованием радиационных испытаний. Совместное применение моделирующих, имитирующих и макетных испытаний позволяет подтвердить параметры, заложенные в технические условия на изделия, несмотря на то, что в ряде документов не требуются натурные испытания для подтверждения характеристик [4, 5]. Кроме этого, следует отметить, что в ТУ обычно не приводят информацию по прочности ЭРИ к воздействию ИИ. В ряде случаев прочность ЭРИ к воздействию ИИ существенно выше стойкости, что дает возможность значительно расширить область применения.

Полученные в процессе радиационных испытаний данные были использованы при разработке современной РЭА [6-11].

### *Список литературы*

1. А.И. Астайкин, М.К. Смирнов «Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства», Саров, ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011 г.
2. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учебно-методическое пособие // Под ред. В.Г. Грибунина. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2015.
3. Мартынова И.А. Теоретико-функциональный анализ функций преобразования информационно-криптографических систем // Известия института инженерной физики. – 2020. – №4(58). – С. 73–77.
4. Особенности обеспечения радиационной стойкости аппаратуры. Астайкин А.И., Вовк Н.Н., Колыванов А.Н., Кошкин В.В., Овсов А.В., Смирнов М.К., Фомченко В.Н., Коршунов А.В. Сборник научных трудов. – СПб: НИЦ БТС 12 ЦНИИ МО РФ, 2014. (с. 49-53).
5. Грибунин В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Криптография и безопасность цифровых систем: Учебное пособие. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011. 411 с.
6. Васильев Р.А., Николаев Д.Б. Анализ возможностей применения голосовой идентификации в системах разграничения доступа к информации. Научный результат. Информационные технологии. 2016. Т. 1. № 1. С. 48-57.
7. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
8. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
9. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
10. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.
11. Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Исследование вопросов оптимизации параметров защищенности информации. Сборник материалов IX-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2015. С. 75.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДСТАНОВОК КАК ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ РЯДА ФАКТОРИАЛЬНЫХ МНОЖЕСТВ

Ермаков К.Д., Сплюхин Д.В., Мартынова И.А.

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В настоящее время актуальной задачей является обеспечение информационной безопасности данных. Одним из решений данной проблемы становится применение криптографии, а именно криптографических алгоритмов шифрования, хеширования и т.д. Все данные алгоритмы строятся основываясь на применении различных линейных и нелинейных преобразований, притом безопасность (стойкость алгоритма к атакам) обеспечивает именно использование нелинейных преобразований. Самым популярным используемым в алгоритмах преобразованием является блок подстановки (S-блоки). Блок подстановки осуществляет замену какого-либо входного двоичного набора бит на другой набор. При программной реализации такого преобразования, в памяти обычно хранят вектор, где под индексом входного набора в векторе хранится значение выходного набора.

В работах [1] и [2] было дано понятие факториального множества, введена система счисления факториальных множеств. Также в данных работах был предложен способ перевода чисел из десятичной системы счисления в систему счисления факториальных множеств и обратно. Помимо этого, был представлен способ однозначной нумерации подстановок, что дает возможность выразить любую существующую подстановку при помощи десятичного числа или же элемента системы счисления факториальных множеств. В вышеописанных работах не указано, насколько применение данных методов является эффективным с точки зрения хранения подстановок в виде элементов системы счисления факториальных множеств. В данном исследовании подсчитывается объем данных, необходимый для хранения нелинейного преобразования подстановки при программной реализации криптографических алгоритмов [3-8]. Помимо этого, была описана трудоемкость перевода подстановок из данных видов записи в стандартный вид хранения вектором. Полученные результаты могут быть широко применены в различных программных решениях для обеспечения информационной безопасности с использованием криптографических примитивов, содержащих данное преобразование.

### ***Список литературы***

1. Мартынов А. П., Мартынова И. А. Функции перестановки в системе счисления ряда факториальных наборов // Вестник ВГУ. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2016, № 3. Страница 21-22.
2. Мартынова И.А., Сплюхин Д.В. Анализ основных характеристических свойств элементов рядов факториальных множеств в процессе защиты информационных систем // Наука. Мысль. - 2017. - № 5.
3. Мартынова И.А., Мартынов А.П., Николаев Д.Б. Криптографические системы и метод факториального сжатия // Известия института инженерной физики. 2016, № 4 (42). С. 54-57.
4. Мартынова И.А., Машин И.Г., Фомченко В.Н. Теория поля и защита информации: Монография. - Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2017. - 209с.

5. Мартынов А.П., Мартынова И.А., Фомченко В.Н. Аксиоматические основы функции подстановки в системе счисления ряда факториальных множеств и их характеристики. Монография. - Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2019. - 209с.
6. Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Исследование вопросов оптимизации параметров защищенности информации. Сборник материалов IX-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2015. С. 75.
7. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учебно-методическое пособие // Под ред. В.Г. Грибунина. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2015.
8. Грибунин В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Криптография и безопасность цифровых систем: Учебное пособие. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011. 411 с.

**АППРОКСИМАЦИЯ ОПЕРАЦИИ ГРУППЫ ДИЭДРА  $D_{2^{n-1}}$   
ОПЕРАЦИЕЙ СЛОЖЕНИЯ В КОЛЬЦЕ  $Z_{2^n}$ .**

**Ермаков К.Д., Сплюхин Д.В., Мартынова И.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Криптография является одним из важных применений алгебры и теории чисел для защиты информации от противника. Значимой изучаемой алгебраической системой является группа симметрий многоугольника, называемая группой диэдра. Данная группа обладает рядом свойств, позволяющих использовать ее в алгоритмах шифрования.

Группа диэдра  $D_{2^{n-1}}$  – группа симметрий правильного многоугольника с  $n \geq 3$  сторонами, порядок данной группы равен  $2n$ . Все элементы группы образуются вращением  $a$  и отражением  $b$  некоего многоугольника. Группа диэдра является неабелевой (некоммутативной) и наиболее похожей на нее абелевой группой является аддитивная группа кольца вычетов. Операция сложения в кольце является элементарным преобразованием, которое часто используется в блочных алгоритмах шифрования. В криптоанализе аппроксимация этой операции проводится до максимально похожих операций, в большинстве случаев до операции сложения по модулю 2. В данной работе аппроксимация проводится до операции в группе диэдра для выявления свойств, способных помочь в линейном криптоанализе различных алгоритмов шифрования.

Целью данного исследования является аппроксимирование операции аддитивной группы кольца операций группы диэдра, а также обоснование полученных свойств.

В результате работы успешно была определена наилучшая кодировка элементов группы диэдра, описаны полученные свойства при аппроксимировании на данной кодировке. Наилучшая кодировка элементов группы Диэдра имеет вид

$$a^i \rightarrow 2i, \\ a^i b \rightarrow 2i + 1, \text{ где } i \in \{0, 1, \dots, 2^{n-1} - 1\},$$

где  $a$  и  $b$  элементы, образующие группу Диэдра.

Также была оценена нижняя граница коэффициента совпадения элементов таблиц Кэли данных групп. В работе был представлен алгоритм по нахождению точного коэффициента совпадения при заданном числе элементов. Нижней границы коэффициента совпадения таблица Кэли равна

$$\frac{2^{2n-1}(n+2) + 2^n(n+1) - 2^{n+2}}{n2^{2n}}.$$

Результаты данной работы могут быть применены для оценки уязвимости преобразований с данной операцией к линейному анализу с учетом использования аппроксимации. Дальнейшим развитием данного исследования является аппроксимация операции группы Диэдра до операции побитового сложения по модулю 2, повсеместно использующегося в криптографических алгоритмах

### **Список литературы**

1. Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Соколов С.Ю. Концептуальные основы построения систем обеспечения взаимной аутентификации объектов // Известия Института инженерной физики. 2008. Т. 4. № 10 (10). С. 6-9. 3.
2. Мартынов А.П., Мартынова И.А., Николаев Д.Б. Криптографические системы и метод факториального сжатия // Известия института инженерной физики. № 4 (42), 2016, с. 54-57.
3. Бабанов Н.Ю., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н., Новиков А.В. Виртуальная интерактивная система формирования и отработки управляющей информации. Вестник НГИЭИ, 2016. №4 (59), с. 15-29.
4. Мартынова И.А., Машин И.Г., Фомченко В.Н. Введение в теорию поля и ее приложения: Монография. – Саров ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2014. – 108 с.: ил.
5. Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Исследование вопросов оптимизации параметров защищенности информации. Сборник материалов IX-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2015. С. 75.

## **МОДЕЛИ, МЕТОДЫ, ПРИНЦИПЫ И ЭТАПЫ ТЕОРИИ СИСТЕМ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА**

**Кривошеев О.В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Процесс анализа и синтеза систем преобразования и обработки информации опирается на принцип моделирования, который позволяет сконцентрироваться на выбранных параметрах системы, скрытых в оригинале. Принцип моделирования позволяет осуществлять декомпозицию системы и задавать необходимую глубину детализации (абстракции). В результате продукты декомпозиции могут сопрягаться друг с другом различными способами, создавая модели, описывающие отдельные этапы функционирования системы или этапы функционирования отдельных элементов системы. Подобные решения позволяют концентрироваться на базовых требованиях и свойствах. В процессе проведения исследований [1-3]

предложены взаимосвязанные структуры свойств, закономерностей и моделей теории систем, сформированные в виде отдельной единицы и учитывающие их свойства и закономерности. Рассматриваемые модели систем преобразования и обработки информации на данном этапе исследования отнесены к познавательным и абстрактным моделям [4-10]. Анализ моделей и методов теории систем и системного анализа опирается на модели многоуровневых иерархических структур с учетом процессов их декомпозиции и композиции. Результаты исследований показывают, что системный анализ, имеет четко выраженную прикладную направленность и применяется для разрешения трудно формализуемых и слабо структурированных проблем, к которым относятся задачи систем преобразования и обработки информации [11]. Рассматриваемый подход к моделированию сложных технических систем позволяет построить многоуровневую, многовариантную модель системы и, при необходимости, детализировать конкретные особенности функционирования системы.

### ***Список литературы***

1. Павлов С.Н. Теория систем и системный анализ: Уч. пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2003. – 134 с.
2. Силич, Мария Петровна. Основы теории систем и системного анализа: учеб. Пособие / М.П. Силич, В.А. Силич. – Томск. Гос. Ун-т систем управления и радиоэлектроники. 2013. – 340 с.
3. Мартынова И.А., Машин И.Г., Фомченко В.Н. Теорию поля и защита информации: Монография. – Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2017. - 209 с.: ил.
4. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2013620462. Процессная модель «РФЯЦ-ВНИИЭФ» 2011 г. Заявка № 2012621471 от 19 декабря 2012.
5. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2013621192. Процессная модель «РФЯЦ-ВНИИЭФ» 2012 «Как должно быть». Заявка № 2013620893 от 23 июля 2013 г.
6. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2014615098. Библиотека программных кодов «Функции аналитической обработки информации» (ФАОИ). Заявка № 2014612309 от 19 марта 2014.
7. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
8. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
9. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
10. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.
11. Васильев Р.А., Николаев Д.Б. Анализ возможности применения голосовой идентификации в системах разграничения доступа к информации. Научный результат. Информационные технологии. 2016. Т. 1. № 1. С. 48-57.

## ВЕКТОРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Кривошеев О.В.

Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

Системы преобразования и обработки информации в режиме ее защиты опираются на информационно-криптографические системы, основанные на функциях подстановки и перестановки, преобразующих информационные сообщения в криптограммы в соответствии с ключом [1-3]. В таких системах криптограмму удобнее представлять не как функцию двух переменных, а как семейство алгебраических операций или отображений элементов множеств записанных в виде  $E = T_i M$ . Это означает, что отображение  $T_i$ , примененное к сообщению  $M$ , дает криптограмму  $E$ . В любой системе должна иметься возможность восстанавливать исходное сообщение  $M$  на приемном конце, когда известны результаты прямого преобразования и ключ, поэтому отображение  $T_i$  должно иметь единственное обратное отображение  $T_i^{-1}$   $T_i T_i^{-1} = I$ , где  $I$  – тождественное отображение. Таким образом,  $M = T_i^{-1} E$ . Обратное отображение  $T_i^{-1}$  должно быть единственным для каждого преобразования. Именно это направление, рассматриваемое с точки зрения теории множеств и алгебраических структур, является наиболее перспективным для дальнейших исследований, так как позволяет анализировать систему в общем виде. Состояние элементов системы особенно при анализе конкретных функций и алгоритмов может быть статическим, динамическим и переходным, оно предполагает наличие ряда векторов [3-6]:

-  $\vec{U}_ф = \vec{U}_ф(U_1, U_2, U_3, \dots, U_n)$  – вектор фактического состояния;

-  $\vec{U}_ж = \vec{U}_ж(U_{ж1}, U_{ж2}, U_{ж3}, \dots, U_{жn})$  – вектор желаемого состояния;

-  $\vec{U}_ус = \vec{U}_ус(U_{ус1}, U_{ус2}, U_{ус3}, \dots, U_{усn})$  – вектор условий;

-  $\vec{U}_вус = \vec{U}_вус(U_{вус1}, U_{вус2}, U_{вус3}, \dots, U_{вус1})$  – вектор управления системой.

Ограничения системы также могут характеризоваться некоторой совокупностью параметров вектора ограничений

$\vec{U}_{огр} = \vec{U}_{огр}(U_{огр1}, U_{огр2}, U_{огр3}, \dots, U_{огр1})$ .

В процессе формирования вектора ограничений необходимо учитывать, что существует три вида нападения на систему: прослушивание, подмена и иницирование, когда истинной передачи преобразованного сообщения не было. Их оценка производится по степени конфиденциальности (стойкости), размеру ключа, сложности операций преобразования, а также по распространению ошибок и изменению объема сообщения. Даже эти краткие замечания показывают важность проведения дополнительного системного анализа систем преобразования и обработки информации.

### Список литературы

1. Грибунин В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Криптография и безопасность цифровых систем: Учебное пособие. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011. 411 с.
2. Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Криптография и электроника / Под ред. А.И. Астайкина. 2-е издание, переработанное и дополненное. - Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2020. – 552 с.

3. Мартынова И.А. Теоретико-функциональный анализ функций преобразования информационно-криптографических систем // Известия института инженерной физики. – 2020. – №4(58). – С. 73–77.
4. Павлов С.Н. Теория систем и системный анализ: Уч. пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2003. – 134 с.
5. Силич, Мария Петровна. Основы теории систем и системного анализа: учеб. Пособие / М.П. Силич, В.А. Силич. – Томск. Гос. Ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2013. – 340 с.
6. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Цифровые водяные знаки: Учебно-методическое пособие. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2016, 295 с.

**ГОМОМОРФНЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ И ОБРАЗ ГОМОМОРФИЗМА  
ГРУПП ПОДСТАНОВОК РЯДА ФАКТОРИАЛЬНЫХ МНОЖЕСТВ  
СИСТЕМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ**

**Мартынова И.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

При рассмотрении отображений в системах преобразования информации следует учитывать особенности функционирования и условий применения алгоритмов, использующих данные отображения. Основными требованиями современных алгоритмов преобразования данных являются замкнутость и взаимодуоднозначность операций внутри используемых множеств. Этими свойствами обладают гомоморфные отображения [1,2]. Эти отображения наряду с классическими свойствами обладают, по аналогии с физическими процессами, групповыми характеристиками, транслируемыми в том или ином виде, при видоизменении множества или введении новых условий. Например, при реализации условия взаимодуоднозначности множеств отображения становятся изоморфными. Изоморфные системы предполагают наличие взаимобратимых переходов между множествами, причем в общем виде система может обладать только прямыми преобразованиями из первого множества во второе (мономорфизм), так и только обратными преобразованиями из второго множества в первое (эпиморфизм). Таким образом, выделяют четыре вида отображений – гомоморфное и три его составные части [3]. В докладе представлены группы, подгруппы и факторгруппы подстановок ряда факториальных множеств [3-6] и их разновидности называемые образом изоморфизма  $\text{Im } \varphi$  и ядром гомоморфизма  $\text{Ker } \varphi$ . Взаимосвязи между составными частями изоморфного множества определяются соответствующими теоремами и аксиомами. В результате выполнения исследований подтверждено разложение произвольного гомоморфизма на эпиморфизм и мономорфизм [7-11].

***Список литературы***

1. Винберг Э.Б. Курс алгебры. М.: Изд-во «Факториал», 1999.
2. Фрид Э. Элементарное введение в абстрактную алгебру: Пер. с венгерского Ю.А. Данилова. М.: Мир. 1979.

3. Мартынова И.А., Мартынов А.П. Функции перестановки в системе счисления ряда факториальных множеств // Вестник воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. №3, 2016, с.42-49.
4. Мартынова И.А., Мартынов А.П., Фомченко В.Н. Аксиоматические основы функций подстановки в системе счисления ряда факториальных множеств и их характеристики: Монография. – Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2019. 210 с.: ил.
5. Мартынова И.А. Характеристики подстановок факториальных множеств и критерии выбора одиночных подстановок // Автоматизация процессов управления. – 2020. – Т.4, № 62. – С. 109–117.
6. Мартынов А.П., Мартынова И.А., Николаев Д.Б., Сплехин Д.В. Соответствия, отображения и образы элементов информационных систем // Известия Института инженерной физики. 2020. №4 (58). С. 78-83.
7. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
8. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
9. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
10. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.
11. Васильев Р.А., Николаев Д.Б. Анализ возможностей применения голосовой идентификации в системах разграничения доступа к информации. Научный результат. Информационные технологии. 2016. Т. 1. № 1. С. 48-57.

## **ИЗОМОРФИЗМ ЦИКЛИЧЕСКИХ ГРУПП ПОДСТАНОВОК РЯДА ФАКТОРИАЛЬНЫХ МНОЖЕСТВ**

**Мартынова И.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Процессы синтеза и анализа систем преобразования и обработки информации показывают, что основными функциями преобразования в них являются функции подстановки и перестановки, обеспечивающие рассеивание и перемешивание информации. В работах [1-5] они представлены как группы подстановок ряда факториальных множеств. При задании групп указывается, из каких элементов она состоит, и какая групповая операция на них задана. Если не обращать внимания на эти требования, то можно обобщить подобные группы в отдельные классы с одинаковыми характеристиками. Такие классы обладают высокой степенью абстракции и характеризуются не индивидуальными, а групповыми операциями. При этом групповые операции подобны друг другу, что делает множества, на которых они определены изоморфными [6,7]. Для изоморфных групп необходимо предварительно установить соответствие между элементами двух групп, а затем проверить, что групповые операции действуют одинаково. В работе рассмотрен общий случай для двух групп  $\langle G; f \rangle$  и  $\langle G'; f' \rangle$ . Для них отмечено, что группа  $\langle G'; f' \rangle$  является

изоморфным образом группы  $\langle G; f \rangle$ , если существует взаимно-однозначное отображение  $\varphi$  группы  $G$  на группу  $G'$ , сохраняющее групповую операцию:

1) если  $a, b$  – различные элементы группы  $G$ , то  $\varphi(a), \varphi(b)$  – различные элементы группы  $G'$ ;

2) для каждого элемента  $a'$  группы  $G'$  можно найти такой элемент  $a$  группы  $G$ , для которого  $a' = \varphi(a)$ ;

3) если  $a' = \varphi(a)$ ,  $b' = \varphi(b)$  и  $c = f(a, b)$ , то  $f'(a', b') = \varphi(c)$  или иначе  $\varphi(f(a, b)) = f'(\varphi(a), \varphi(b))$ .

Изоморфизм групп рассмотрен на примере циклических групп заданного порядка образуемых подстановками ряда факториальных множеств.

### **Список литературы**

1. Мартынова И.А., Мартынов А.П. Функции перестановки в системе счисления ряда факториальных множеств // Вестник воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. №3, 2016, с.42-49.
2. Мартынова И.А., Мартынов А.П., Фомченко В.Н. Аксиоматические основы функций подстановки в системе счисления ряда факториальных множеств и их характеристики: Монография. – Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2019. 210 с.: ил.
3. Мартынова И.А. Характеристики подстановок факториальных множеств и критерии выбора одиночных подстановок // Автоматизация процессов управления. – 2020. – Т.4, № 62. – С. 109–117.
4. Мартынов А.П., Мартынова И.А., Николаев Д.Б., Сплюхин Д.В. Соответствия, отображения и образы элементов информационных систем // Известия Института инженерной физики. 2020. №4 (58). С. 78-83.
5. Мартынова И.А. Характеристики подстановок факториальных множеств и критерии выбора одиночных подстановок // Автоматизация процессов управления. – 2020. – Т.4, № 62. – С. 109–117.
6. Фрид Э. Элементарное введение в абстрактную алгебру: Пер. с венгерского Ю.А. Данилова. М.: Мир. 1979.
7. Винберг Э.Б. Курс алгебры. М.: Изд-во «Факториал», 1999.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРЕМЫ ШЕННОНА В КАЧЕСТВЕ КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ КАНАЛУ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДСТВА АКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ** Лушкин Д.В.<sup>1,2</sup>, Казаков А.А.<sup>1,2</sup>, Марунин М.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

При обработке, хранении и передаче конфиденциальной информации с помощью различных технических средств (ТС) возможна её утечка по техническим каналам. Одним из каналов утечки информации является канал побочного электромагнитного излучения (ПЭМИ) [1]. Для защиты информации от утечки по каналу ПЭМИ могут использоваться средства активной и пассивной защиты, предназначенные для уменьшения отношения

информативный сигнал/шум на границе зоны информационной безопасности [2-4]. Активная защита информации от утечки по каналу ПЭМИ включает в себя применение генераторов, излучающих в окружающее пространство электромагнитное поле шума (ЭМПШ) для маскирования опасных сигналов ПЭМИ. В настоящее время на рынке средств защиты доступно несколько десятков САЗ и существует задача выбора конкретного САЗ, отвечающего всем необходимым требованиям. Для зашумленного канала передачи информации применима теорема Шеннона, позволяющая оценить предельную скорость передачи информации для используемого кода, который применяется при передаче информации по данному каналу. При превышении предельной скорости передачи неизбежно возникают ошибки в передаваемой информации.

В данной работе была исследована возможность применения теоремы Шеннона для оценки защищенности информации от утечки по техническому каналу при использовании САЗ и проведены практические исследования возможности его использования [5-7]. Рассмотрены САЗ, представленные на рынке и имеющие действующие сертификаты соответствия по требованиям безопасности информации ФСТЭК. Рассмотрен ряд эксплуатационных и технических параметров актуальных САЗ.

#### ***Список литературы***

1. Казаков А.А., Евстифеев А.А., Ерошев В.И., Николаев Д.Б. Исследование метода многопозиционного приема при обнаружении сигналов побочного электромагнитного излучения. Сборник материалов XI Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2017г. С. 16-17.
2. Казаков А.А., Ерошев В.И. Исследование вопросов защиты информации от утечки по техническому каналу при использовании средств активной защиты. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2019г. С. 35-36.
3. Астайкин А.И., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Методы и средства обеспечения программно-аппаратной защиты информации. Научно-техническое издание. Саратов: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2015. - 214 С.
4. Евстифеев А.А., Ерошев В.И. Исследование эффективности применения средств активной защиты информации от утечки по перспективным техническим каналам Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2019г. С. 4-5.
5. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учебно-методическое пособие // Под ред. В.Г. Грибунина. Саратов: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2015.
6. Грибунин В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Криптография и безопасность цифровых систем: Учебное пособие. Саратов: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011. 411 с.
7. Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Исследование вопросов оптимизации параметров защищенности информации. Сборник материалов IX-

ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2015. С. 75.

**РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНЫХ СХЕМ И АЛГОРИТМОВ  
ОРГАНИЗАЦИИ СКРЫТЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ ЗА СЧЕТ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

**Красильников Б.А.<sup>1,2</sup>, Евстифеев А.А.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

Современный этап развития информационных технологий характеризуется активным внедрением их в каждую сферу жизни человека и общества, а также постоянным развитием способов и средств обработки информации, что в свою очередь делает информацию важнейшим стратегическим ресурсом. Вопрос защиты информации от утечки по техническим каналам приобретает первостепенную важность и актуальность, в связи с тем, что: в изолированных системах отсутствуют другие возможности по организации утечки информации; средства, необходимые для организации технических каналов утечки информации, стали более доступными. Важным элементом технического канала утечки информации является канал связи. Одним из возможных каналов связи является скрытый канал за счет электромагнитных излучений, возникающих при функционировании средств вычислительной техники или автоматизированных систем, построенных на их базе. Анализ публикаций [1 - 4], посвященных вопросам создания скрытых каналов связи за счет электромагнитных излучений в изолированных компьютерных сетях, показал возможность организации утечки информации в высокозащищенных сетях. Однако основные положения данных работ имеют в основном практическую направленность и демонстрируют возможность организации в лабораторных условиях скрытого канала связи за счет электромагнитных излучений. При этом такой важный вопрос как схемно-алгоритмические построения скрытых каналов связи и технических каналов утечки информации на их основе рассматривается не в полном объеме [5,6]. Данная работа посвящена разработке для рассмотренных методов обобщенных структурных схем и алгоритмов организации скрытых каналов связи за счет электромагнитных излучений с учетом теоретико-функционального анализа функций и элементов преобразования информационных систем [7,8].

***Список литературы***

1. Yamamoto K. Data Exfiltration from Air-Gapped Computers based on ARM CPU / K. Yamamoto, M. Hirose, T. Saito // (IACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 9.— 2018. № 1.— P. 183-190
2. Zhao1 B. Powermitter: Data Exfiltration from Air-Gapped Computer through Switching Power Supply / B. Zhao1, N. Mingtao, F. Peiru // China Communications. 2018.— P. 170-189.
3. Лебедева А.В., Сплюхин Д.В. Математическая адаптация системы оперативного контроля и моделирования процессов преобразования информации: Математика и математическое моделирование. Сборник

материалов XIII-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – Саров. – 2019. С. 74-75.

4. Казаков А.А., Ерошев В.И. Исследование вопросов защиты информации от утечки по техническому каналу при использовании средств активной защиты // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. 2019. С. 61-62.

5. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учебно-методическое пособие // Под ред. В.Г. Грибунина. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2015.

6. Грибунин В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Криптография и безопасность цифровых систем: Учебное пособие. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011. 411 с.

7. Мартынова И.А. Теоретико-функциональный анализ функций преобразования информационно-криптографических систем // Известия института инженерной физики. – 2020. – №4(58). – С. 73–77.

8. Мартынов А.П., Мартынова И.А., Николаев Д.Б., Сплюхин Д.В. Соответствия, отображения и образы элементов информационных систем // Известия Института инженерной физики. 2020. №4 (58). С. 78-83.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАКЕТА ТЕХНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА**

**Конышев И.А.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

Высокая интеграция, присущая современным комплексам и системам автоматизированного управления и контроля, предполагает наличие эффективных инструментов проектирования, позволяющих в режиме реального времени разрабатывать конструктивные элементы и моделировать условия их эксплуатации [1].

Следует отметить, что используемое в настоящее время макетирование позволяет выявлять ошибки только после физического изготовления на производстве или стадии испытаний опытных образцов, что влечет за собой значительные материальные потери.

Эти недостатки можно нивелировать, применяя методы модельно-ориентированного проектирования (МОП). Преимущества, которые можно достичь применением вышеуказанных методов:

- снижение затрат на проведение физических испытаний за счет предварительного моделирования и возможности многоразового использования созданных макетов;

- сокращение времени за счет более гибких процедур постановки на производство и информационно-технического сопровождения;

- способствует инновациям (математическая модель позволяет экспериментировать с нестандартными решениями) [2].

В ходе выполнения работы разработан алгоритм применения методов МОП для изготовления макета технического устройства, состоящий из следующих операций:

- 1) формирование задач и целей для создаваемой математической модели;
- 2) создание стартовой схемы математической модели;
- 3) детальное изучение объекта моделирования;
- 4) нормализация исходных данных;
- 5) моделирование объектов и процессов. Моделирование конструкции изделия (моделирование твердотельной модели изделия, моделирование физического процесса, моделирование схемы информационных потоков в процессе функционирования) [3,4];
- 6) сопряжение моделей компонентов изделия, физических процессов и информационных потоков [5-9].

### ***Список литературы***

1. Ведерников В.Л., Михайлова Н.А., Сплюхин Д.В., Шишков В.Ю. Особенности разработки компьютерных симуляторов // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. 2020. С. 158-159.
2. Пат. 2720220. Способ загрузки программного обеспечения / Аникеев В.В., Мартынов А.П., Марунин М.В., Николаев Д.Б., Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Фомченко В.Н. Опубл. 28.04.2020
3. Пат. 2734829. Способ криптографического преобразования данных / Мартынов А.П., Мартынова И.А., Николаев Д.Б., Рыжов А.А., Сплюхин Д.В., Фомченко В.Н. Опубл. 23.10.2020.
4. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учебно-методическое пособие // Под ред. В.Г. Грибунина. Саратов: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2015.
5. Мартынов А.П., Мартынова И.А., Николаев Д.Б., Сплюхин Д.В. Соответствия, отображения и образы элементов информационных систем. Известия Института инженерной физики. 2020. №4 (58). С. 78-83.
6. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
7. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
8. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
9. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.

## **РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ДЛЯ КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ КАНАЛАМ**

**Казаков А.А.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

В современном обществе широко используются технические системы (ТС) для обработки, хранения и передачи конфиденциальной информации. В связи с этим существует угроза ее утечки по техническим каналам, и исследование вопросов обеспечения информационной безопасности при использовании ТС не теряют своей актуальности. Одним из возможных каналов утечки информации является канал побочного электромагнитного излучения (ПЭМИ) [1].

Одним из мероприятий по защите информации от утечки по каналу ПЭМИ является установление зоны информационной безопасности вокруг защищаемого объекта, за пределами которой перехват информации с заданным качеством невозможен. Неотъемлемым аспектом при проведении мероприятий по оценке эффективности защиты информации является определение радиуса зоны информационной безопасности в соответствии с используемым критерием. Наиболее важным параметром при определении радиуса зоны информационной безопасности является отношение опасный сигнал ПЭМИ/помеха. Благодаря постоянному развитию средств вычислительной техники и измерительного оборудования необходимо непрерывно актуализировать параметры, входящие в формулу расчета отношения опасный сигнал ПЭМИ/помеха для ее применения к сложным, многокомпонентным системам [2,3].

В данной работе рассмотрены основные предложения для оценки величины отношения опасный сигнал ПЭМИ/помеха и проведен анализ достаточности установленных требований по электромагнитной совместимости ТС, для защиты от утечки информации по каналу ПЭМИ [4-7]. Предложены организационные и технические мероприятия для исключения возможности утечки информации за счёт ПЭМИ.

### ***Список литературы***

1. Евстифеев А.А., Ерошев В.И., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Сплюхин Д.В., Фомченко В.Н. Основы защиты информации от утечки по техническим каналам: учебно-методическое пособие. Саров, 2019.
2. Евстифеев А.А., Пелин И.В., Казаков А.А., Марунин М.В. Разработка модели адаптирующейся динамической системы, использующейся для обнаружения сигналов ПЭМИ. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». Саров 2020г. С. 159-160.
3. Евстифеев А.А., Николаев Д.Б., Шишков В.Ю. Исследование характеристик скрытых электромагнитных каналов связи. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». Саров 2020г. С. 123-124.

4. Мартынова И.А. Теоретико-функциональный анализ функций преобразования информационно-криптографических систем // Известия института инженерной физики. – 2020. – №4(58). – С. 73–77.
5. Грибунин В.Г., Костиюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учебно-методическое пособие // Под ред. В.Г. Грибунина. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2015.
6. Грибунин В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Криптография и безопасность цифровых систем: Учебное пособие. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011. 411 с.
7. Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Исследование вопросов оптимизации параметров защищенности информации. Сборник материалов IX-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2015. С. 75.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО СКРЫТОГО КАНАЛА СВЯЗИ**

**Козаков А.А.<sup>1,2</sup>, Лушкин Д.В.<sup>1,2</sup>, Данилкин М.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт - филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

На сегодняшний день невозможно представить полноценную деятельность человека или предприятия без обработки информации, в том числе конфиденциальной, с помощью технических средств (ТС) и организованных каналов связи. Наряду с хорошо изученными техническими каналами связи актуальными становятся скрытые каналы связи (СКС), неотъемлемой частью которых является специальное программное обеспечение, позволяющее модулировать побочное излучение различной природы ТС информативными сигналами для их последующей передачи [1 – 3].

В случае если ТС, используемое для обработки информации, представляет собой персональный компьютер (ПК) [4], то для поддержания его компонентов в рабочем температурном диапазоне используются устройства охлаждения, представляющие собой, в основном, радиатор и вентилятор. Основная задача вентилятора заключается в обеспечении потока воздуха через радиатор, достаточного для его охлаждения. При функционировании компонента ПК, например процессора, в рабочем диапазоне температур вентилятор охлаждения вращается с минимальной частотой. В случае, если температура компонента ПК превышает номинальное значение, то управляющая программа увеличивает частоту вращения вентилятора охлаждения для увеличения потока проходящего воздуха, охлаждающего перегретый компонент. При этом увеличение частоты вращения вентилятора повлечет за собой увеличение параметров акустического шума, создаваемого им. Организовав управление частотой вращения вентилятора с помощью специального программного обеспечения, можно реализовать акустический скрытый канал связи (АСКС), используя в качестве приемника акустических сигналов, например, микрофон, установленный на ближайшем ноутбуке.

В ходе данной работы предложена функциональная модель АСКС, представлен лабораторный программно-аппаратный комплекс, позволяющий организовать АСКС, проведены исследования предельной дальности канала связи АСКС и эффективности его использования при различном расстоянии и взаимном расположении источника акустических сигналов и приемника. Проведена оценка скорости передачи информативных сигналов и предельной пропускной способности [4, 5].

### **Список литературы**

1. Евстифеев А.А., Червяков Н.О. Анализ характеристик скрытых акустических каналов связи. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». Саров 2020г. С. 176-177.
2. Ершов В.И., Казаков А.А., Николаев Д.Б., Евстифеев А.А. Исследование перспективных технических каналов утечки информации. Сборник материалов XII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». Саров 2018г. С. 12-13.
3. Груздев С.В., Пелин И.В. Применение адаптивной динамической системы для обнаружения сигналов побочного электромагнитного излучения. Сборник материалов XXXIX Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем». Серпухов, 2020 г. С. 91-95.
4. Пат. 2720220. Способ загрузки программного обеспечения / Анисеев В.В., Мартынов А.П., Марунин М.В., Николаев Д.Б., Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Фомченко В.Н. Оpubл. 28.04.2020.
5. Грибунин В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Криптография и безопасность цифровых систем: Учебное пособие. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011. 411 с.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ СКРЫТЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ ЗА СЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

**Красильников Б.А.<sup>1,2</sup>, Евстифеев А.А.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт - филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

Развитие информационных технологий на современном этапе определяется их активным внедрением в сферы человеческой жизни и общества в целом, а также непрерывным развитием способов и средств обработки информации, что в свою очередь делает информацию очень важным стратегическим ресурсом. В настоящее время одним из самых распространенных способов защиты информации в компьютерных сетях является их изоляция от сетей общего доступа, например Internet. Ввиду того, что в изолированных системах отсутствуют другие возможности по организации утечки информации, а также принимая во внимание, что средства, необходимые для организации технических каналов утечки информации, стали более доступными, вопрос защиты информации от утечки по техническим каналам приобретает первостепенную важность.

Одним из важных элементов технического канала утечки информации является канал связи. Возможным каналом связи является скрытый канал за счет электромагнитных излучений, возникающих при функционировании автономных объектов вычислительной техники или компьютерных сетей, построенных на их базе.

При рассмотрении публикаций [1-6], посвященных вопросам создания скрытых каналов связи за счет электромагнитных излучений в изолированных компьютерных сетях, была выявлена возможность организации утечки информации в высокозащищенных сетях. Однако основные положения данных работ имеют в основном практическую направленность и демонстрируют возможность организации в лабораторных условиях скрытого канала связи за счет электромагнитных излучений. При этом классификации технических каналов утечки информации приводятся по источнику электромагнитного излучения, длине канала и его пропускной способности.

В представленной работе определены основные направления, по которым возможно проведение классификации, и на основе данных направлений предложен новый вид классификации скрытых каналов связи за счет электромагнитных излучений.

#### ***Список литературы***

1. Guri M. USBee: Air-gap covert-channel via electromagnetic emission from USB / M. Guri, M. Monitz, Y. Elovici // In Proceedings of the 14th Annual Conference on Privacy, Security and Trust.— 2016.— P. 41-46.
2. Yang Z. NICSscatter: Backscatter as a Covert Channel in Mobile Devices / Z. Yang, Q. Huang, Q. Zhang // Mobicom '17: Proceedings of the 23<sup>rd</sup> Annual International Conference on Mobile Computing and Networking.— 2017.— P. 356–367.
3. Казаков А.А., Евстифеев А.А., Ерошев В.И., Николаев Д.Б. Исследование метода многопозиционного приема при обнаружении сигналов побочного электромагнитного излучения. Сборник материалов XI Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Саровский физико-технический институт. 2017. С. 16-17.
4. Казаков А.А., Ерошев В.И. Оценка эффективности использования алгоритма рециркулятора при перехвате информации по программноформируемому техническому каналу. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2019. С. 60-61.
5. Сплюхин Д.В., Мартынова И.А. Классификация подстановок в рядах факториальных множеств: Информатизация образования – 2018. Труды Международной научно-практической конференции. Академия информатизации образования; Академия компьютерных наук, Институт управления образованием РАО. 2018. С. 276-283.
6. Грибуни В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Криптография и безопасность цифровых систем: Учебное пособие. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011. 411 с.

## СОЗДАНИЕ СКРЫТОГО КАНАЛА СВЯЗИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИДЕОИНТЕРФЕЙСА ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

Груздев С.В.<sup>1,2</sup>, Чернышов С.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

Для передачи информации на расстояние используются каналы связи. В таком случае информацией модулируются изменения физических полей, возникающих в процессе функционирования информационной системы. Существующие подходы к изучению способов передачи информации разделяют функциональный и побочный каналы связи. Функциональным каналом связи называют канал, преднамеренно организуемый для передачи информации её собственником. Побочными называют такие каналы связи, которые возникают неумышленно и не предназначены для информационного обмена. Побочные каналы связи не несут практической пользы собственнику информации. В функциональных каналах связи для передачи информации используются специально созданные излучающие устройства, такие как антенны, динамики, источники оптического излучения. Однако не всегда есть возможность введения дополнительных компонентов в информационную систему. В работе рассматривается метод организации скрытого канала связи, использующего в качестве способа передачи информации модуляцию существующего излучения компонентов информационной системы. Данный подход подразумевает преднамеренное использование побочного излучения в качестве носителя информации [1]. В качестве носителя информации используется побочное электромагнитное излучение видеоинтерфейса персонального компьютера. За счет изменения его электрических характеристик возможна амплитудная модуляция побочного электромагнитного излучения. При этом в качестве условия возникновения скрытого канала связи выступает возможность программного изменения параметров побочного электромагнитного излучения [2, 3].

Описываемый подход позволяет организовать канал связи с низкой пропускной способностью без внесения дополнительных компонентов [4-6] в информационную систему и не нарушая её функционирование. Скрытность данного канала связи обусловлена применением существующего неинформативного побочного излучения информационной системы.

### **Список литературы**

1. Евстифеев А.А., Ерошев В.И., Казаков А.А., Николаев Д.Б. Исследование возможности создания программно формируемых каналов утечки информации. Сборник материалов XXIII Нижегородской сессии молодых ученых (технические, естественны, математические науки). Материалы докладов. 2018 г. С. 86.
2. Евстифеев А.А., Ерошев В.И., Казаков А.А., Николаев Д.Б. Исследование перспективных технических каналов утечки информации. Сборник материалов XII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». Саров 2018 г. С. 15-16.
3. Казаков А.А., Лушкин Д.В., Николаева И.А. Разработка предложений, направленных на противодействие утечки информации по программно-

формируемому техническому каналу утечки информации. Сборник материалов XIV Всероссийской Молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». Саров 2020г. С. 142-143.

4. Мартынова И.А. Теоретико-функциональный анализ функций преобразования информационно-криптографических систем // Известия института инженерной физики. – 2020. – №4(58). – С. 73–77.

5. Мартынов А.П., Мартынова И.А., Николаев Д.Б., Сплюхин Д.В. Соответствия, отображения и образы элементов информационных систем // Известия Института инженерной физики. 2020. №4 (58). С. 78-83.

6. Грибунин В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Криптография и безопасность цифровых систем: Учебное пособие. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011. 411 с.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SDR ПРИЁМНИКА ДЛЯ ПРИЕМА ПОБОЧНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

**Груздев С.В.<sup>1,2</sup>, Чернышов С.А.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

В современном мире обработка информации производится преимущественно с использованием технических средств обработки информации. В процессе обработки и передачи информации протекающие по цепям токи создают побочное электромагнитное излучение (ПЭМИ). Поскольку протекающие токи определяются обрабатываемой информацией, ПЭМИ модулируется обрабатываемой информацией. В случае если обрабатывается информация ограниченного распространения встает вопрос её защиты от утечки по каналу ПЭМИ. Для защиты информации от утечки по каналу ПЭМИ применяются организационные и технические меры. В первом случае по результатам специальных исследований определяется требуемый радиус контролируемой зоны, за границей которой информативный сигнал не распространяется. Во втором случае применяются, например, экранирование или средства активной защиты. Кроме того, при решении задачи защиты информации также необходимо проводить оценку эффективности принимаемых мер. Все это требует проведение радиоизмерений в условиях расположения объекта защиты [1, 2]. Для более оперативного определения параметров ПЭМИ в условиях внешних помех предлагается использование программно-определяемой радиосистемы (SDR) [3]. Особенностью SDR является использование методов цифровой обработки сигналов (ЦОС) в качестве основного метода обработки. С применением методов ЦОС возможно создание фильтров с любой требуемой характеристикой, а также обнаружение сигналов современными адаптивными динамическими системами на основе методов машинного обучения. В работе рассматривается применение SDR приёмника для обнаружения сигналов ПЭМИ, определения их параметров и контроля эффективности применения средств активной защиты [4-7].

### **Список литературы**

1. Казаков А.А., Лушкин Д.В., Николаева И.А., Шишков В.Ю. Теоретическая модель распределенной системы средств активной защиты информации. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2020. С. 143-144.
2. Казаков А.А., Ерошев В.И. Исследование вопросов защиты информации от утечки по техническому каналу при использовании средств активной защиты. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2019. С. 61-62.
3. Пат. 2720220. Способ загрузки программного обеспечения / Анисеев В.В., Мартынов А.П., Марунин М.В., Николаев Д.Б., Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Фомченко В.Н. Опубл. 28.04.2020.
4. Евстифеев А.А., Ерошев В.И., Казаков А.А. Разработка предложений по оценке защищенности информации технических систем от утечки по техническим каналам. Сборник материалов XII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2018. С. 15-16.
5. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учебно-методическое пособие // Под ред. В.Г. Грибунина. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2015.
6. Грибунин В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Криптография и безопасность цифровых систем: Учебное пособие. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011. 411 с.
7. Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Николаев Д.Б. Исследование вопросов оптимизации параметров защищенности информации. Сборник материалов IX-ой Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование». 2015. С. 75.

## **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАУКОЕМКИХ ИЗДЕЛИЙ**

**Ведерников В.Л.<sup>1</sup>, Горбатенко Н.В.<sup>1</sup>, Кривошеев О.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

Системный подход – одно из современных направлений философии и методологии науки, специально-научного познания и социальной практики, в основе которого лежит исследование объектов как «систем» – совокупностей взаимодействующих и взаимосвязанных объектов (элементов) [1]. При внедрении системного подхода объект исследуется: 1) как единый целый; 2) как система, включающая составные взаимодействующие элементы 3) как составная часть системы более высокого уровня, в которой анализируемый объект взаимодействует с остальными подсистемами.

В настоящее время принципы системного подхода находят свое применение в развитии методов научной, исследовательской и конструкторской деятельности. Авторами предлагается внедрить системный подход для развития и совершенствования такого сложного процесса, как

обучение специалистов эксплуатации сложных технических систем [2], наукоёмких изделий и механизмов.

Системный подход в обучении (СПО) это комплексный подход к самому процессу обучения [3], включающий в себя следующие этапы: АНАЛИЗ (анализ потребности в обучении и формирование учебных задач); ПЛАНИРОВАНИЕ (разработка тематических планов, планирование и проектирование программ обучения); РАЗРАБОТКА (разработка технических средств обучения (ТСО), учебных пособий и т.п.); ВНЕДРЕНИЕ (проведение обучения на основе учебных программ); ОЦЕНКА (оценка и контроль эффективности процесса обучения).

Преимущества СПО: ориентирование процесса обучения на результат, обеспечение полноты процесса обучения; обеспечение планирования и взаимосвязи этапов учебного процесса; обеспечение своевременной разработки учебных материалов и ТСО; контроль и оценка эффективности процесса обучения для совершенствования процесса; унификация и единообразие всех форм обучения.

Требования при внедрении СПО: достаточный уровень технического оснащения учебного процесса; квалификация обучающихся специалистов; структурирование и документирование процесса обучения [4, 5]; поддержка внедрения СПО со стороны руководства.

#### ***Список литературы***

1. Ведерников В.Л., Горбатенко Н.В. Программный веб-тренажер как альтернатива реальным учебно-тренировочным техническим средствам // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – Саров. – 2020.
2. Ведерников В.Л., Горбатенко Н.В., Осин Д.В. Автоматизация выпуска карт рабочих режимов приборов радиоэлектронной аппаратуры // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – Саров. – 2020.
3. Ведерников В.Л., Горбатенко Н.В., Мартынов А.П., Снапков В.А., Бутузов Н.И. Разработка веб-приложений и критерии оценки пользовательского интерфейса САПР // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – Саров. – 2020.
4. Фомченко В.Н., Ведерников В.Л., Мартынов А.П., Горбатенко Н.В., Дунькович Д.В., Сплюхин Д.В. и др. Программа процедурного веб-тренажера типового прибора радиоэлектронной аппаратуры, версия 1.0. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019666228 от 06.12.2019.
5. Сплюхин Д.В., Мартынова И.А. Классификация подстановок в рядах факториальных множеств: Информатизация образования – 2018. Труды Международной научно-практической конференции. Академия информатизации образования; Академия компьютерных наук, Институт управления образованием РАО. 2018. С. 276-283.
6. Мартынова И.А., Жаркова Я.Д. Исследование вопросов обеспечения безопасности современных алгоритмов преобразования информации // Сборник научных трудов юбилейной Международной научно-практической

конференции, посвященной 35-летию становления информатизации отечественного образования (2019г.). – Москва: Изд-во АЭО, 2020. – С. 617.

7. Мартынова И.А., Лушкин Д.В. Метод каскадного объединения для контроля аутентичности данных в образовательных ресурсах // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения патриарха российского образования, великого педагога и математика, академика РАН С.М. Никольского (29-31 октября 2020 г.). – Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2020. – С.325.

## **ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕБ-ТРЕНАЖЕРОВ**

**Ведерников В.Л.<sup>1</sup>, Горбатенко Н.В.<sup>1</sup>, Горелова С.С.<sup>1</sup>, Дунькович В.В.<sup>1</sup>,  
Лебедева А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

В настоящее время авторами ведется планомерное внедрение современных информационных технологий, в частности, веб-технологий, в процесс разработки и эксплуатации электронных учебно-тренировочных средств (ЭУТС) и электронных учебных пособий (ЭУП) приборов радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) [1].

В ходе данного процесса создан ряд учебных изделий – программных веб-тренажеров (решения запатентованы), предназначенных для практической подготовки специалистов по эксплуатации электронных приборов [2], обеспечивающих формирование первичных умений и навыков в области подготовки к работе и обслуживания специализированных приборов РЭА с возможностью проведения как индивидуального, так и группового обучения.

Программные веб-тренажеры, разработанные с использованием веб-технологий (HTML/CSS/Javascript), просты в разработке, не требуют специализированных лицензионных сред разработки программных продуктов [3], а также могут функционировать как автономно, так и в сетевом режиме вне зависимости от операционной системы (ОС) пользователя.

Однако в процессе разработки и эксплуатации веб-тренажеров был выявлен следующий ряд проблем и ограничений:

1. Зависимость функционала веб-тренажера [4] от используемого пользователями браузера, а также ограничения функциональных возможностей самих веб-технологий (например, работа с 3D-графикой, доступ к ресурсам ОС, программирование дополненной реальности, резервное копирование данных и т.п.).

2. Возможны выставления требований со стороны заказчика о проведении сертификации веб-тренажера, подобно программе ЭВМ, что в десятки или сотни раз увеличивает как длительность, так и стоимость разработки.

3. Программный код веб-тренажера, в общем случае, не защищен от случайного повреждения. Для исключения подобных ситуаций требуется дополнительно проводить меры по защите веб-содержимого [5-8], что также усложняет разработку.

### **Список литературы**

1. Ведерников В.Л., Горбатенко Н.В. Программный веб-тренажер как альтернатива реальным учебно-тренировочным техническим средствам // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – Саров. – 2020.
2. Ведерников В.Л., Горбатенко Н.В., Осин Д.В. Автоматизация выпуска карт рабочих режимов приборов радиоэлектронной // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – Саров. – 2020.
3. Ведерников В.Л., Горбатенко Н.В., Мартынов А.П., Снапков В.А., Бутузов Н.И. Разработка веб-приложений и критерии оценки пользовательского интерфейса САПР // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – Саров. – 2020.
4. Фомченко В.Н., Ведерников В.Л., Мартынов А.П., Горбатенко Н.В., Дунькович Д.В., Сплюхин Д.В. Программа процедурного веб-тренажера типового прибора радиоэлектронной аппаратуры, версия 1.0. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019666228 от 06.12.2019.
5. Мартынова И.А., Запонов Э.В., Миронов В.Е., Николаева И.А., Фомченко В.Н. Интеллектуальная защита, как базовая составляющая научных исследований. Учебное пособие. – РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2017. 198 с.
6. Пат. 2734829. Способ криптографического преобразования данных / Мартынов А.П., Мартынова И.А., Николаев Д.Б., Рыжов А.А., Сплюхин Д.В., Фомченко В.Н. Оpubл. 23.10.2020.
7. Пат. 2699589. Способ динамического преобразования данных при хранении и передаче / Волков К.О., Мартынов А.П., Мартынова И.А., Николаев Д.Б., Николаева И.А., Фомченко В.Н. Оpubл. 06.09.2019.
8. Пат. 2799401. Способ формирования идентификационных признаков для группы объектов / Волков К.О., Мартынов А.П., Мартынова И.А., Николаев Д.Б., Николаева И.А., Фомченко В.Н. Оpubл. 16.09.2019.

## **ЭЛЕКТРОННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ ЗАЩИЩЕННОСТИ ОТ КОПИРОВАНИЯ**

**Говоруненко Е.С.<sup>1</sup>, Гончаров С.Н.<sup>2</sup>, Понеделько И.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров*

<sup>2</sup>*Саровский физико-технический институт - филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Идентификация - установление тождественности неизвестного объекта известному на основании совпадения определенных признаков [1,2].

Сегодня нет цифровых технологий, обеспечивающих для электронного устройства одновременное открытое считывание его идентификационного номера (идентификацию) и проверку его подлинности (аутентификацию). Несмотря на противоречивость требований к таким цифровым технологиям, задачу их создания можно решить на основе использования асимметричного кодирования. Суть идеи сводится к тому, что идентификационным номером может выступать свободно распространяемый открытый ключ, при этом этот

открытый ключ соответствует закрытому ключу, находящемуся внутри идентифицируемого объекта в защищенной от копирования области электронной памяти [3]. Процесс аутентификация сводится к простым процедурам взаимодействия идентифицируемого объекта и считывателя [4]:

1) по запросу считывателя идентифицируемый объект выдает открытый ключ – идентификационный номер;

2) считыватель генерирует и направляет идентифицируемому объекту случайную последовательность заранее определенной размерности;

3) случайная последовательность в идентифицируемом объекте кодируется при помощи закрытого ключа, содержащегося в памяти идентифицируемого объекта, и передается в считыватель;

4) закодированная случайная последовательность декодируется в считывателе при помощи открытого ключа - идентификационного номера;

5) декодированная случайная последовательность сравнивается в считывателе с исходной случайной последовательностью, при их совпадении делается вывод о подлинности объекта идентификации. Описанные выше процедуры обеспечивают открытость процесса идентификации, при этом информации для клонирования (воспроизведения) объекта не разглашается [5,6]. Взаимодействие идентифицируемого устройства и считывателя может быть организовано как при гальваническом контакте, так и дистанционно на основе радиосвязи. В качестве указанной выше сущности, обеспечивающей объекту индивидуальность, предлагается использовать закрытый ключ. Парный закрытому ключу – открытый ключ кодирования позволяет без потери конфиденциальности выполнять аутентификацию идентифицируемого объекта [7-11].

### ***Список литературы***

1. Ведерников В.Л., Михайлова Н.А., Сплюхин Д.В., Шишков В.Ю. Особенности разработки компьютерных симуляторов // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. 2020. С. 158-159.
2. Сплюхин Д.В., Мартынова И.А. Классификация подстановок в рядах факториальных множеств: Информатизация образования – 2018. Труды Международной научно-практической конференции. Академия информатизации образования; Академия компьютерных наук, Институт управления образованием РАО. 2018. С. 276-283.
3. Пат. 2734829. Способ криптографического преобразования данных / Мартынов А.П., Мартынова И.А., Николаев Д.Б., Рыжов А.А., Сплюхин Д.В., Фомченко В.Н. Опубл. 23.10.2020.
4. Мартынова И.А. Теоретико-функциональный анализ функций преобразования информационно-криптографических систем // Известия института инженерной физики. – 2020. – №4(58). – С. 73–77.
5. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учебно-методическое пособие // Под ред. В.Г. Грибунина. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2015.

6. Грибунин В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Криптография и безопасность цифровых систем: Учебное пособие. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011. 411 с.
7. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 1 // Компоненты и технологии. 2009. № 6 (95). С.96-101.
8. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 2 // Компоненты и технологии. 2009. № 8 (97). С.112-116.
9. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 3 // Компоненты и технологии. 2009. № 9 (98). С.116-120.
10. Шишкин Г., Николаев Д. Селекторы цифровых команд. Часть 4 // Компоненты и технологии. 2009. № 11 (100). С.102-106.
11. Васильев Р.А., Николаев Д.Б. Анализ возможностей применения голосовой идентификации в системах разграничения доступа к информации. Научный результат. Информационные технологии. 2016. Т. 1. № 1. С. 48-57.

## **ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ УНИВЕРСАЛЬНОГО ИМИТАТОРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**Алеханова В.Е.<sup>1</sup>, Лебедева А.В.<sup>1</sup>, Понделко И.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*  
<sup>2</sup>*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров*

Рынок отечественной компьютерной техники стремительно развивается. В связи с этим тема актуальна. Зарубежные составные части компьютеров всегда требуют больших затрат, чем отечественные. Высокая стоимость обуславливается затратами на поставку и таможенными пошлинами. Это не единственная причина отдать предпочтение российскому производству. В зарубежные комплектующие могут быть установлены закладные устройства, а это, в свою очередь, приведет к перехвату, замене или удалению информации [1].

В нашем исследовании предпринята попытка разработки имитатора современной электронно-вычислительной машины с использованием отечественной элементной базы электрорадиоизделий. Исследование основывается на модели персональной электронно-вычислительной машины, которая обеспечивает работу в современных адаптивных условиях. Для этого необходимы следующие требования такие, как повышенная вибростойкость, ударостойкость, стойкость к перепадам температур окружающей среды, работа в расширенном температурном диапазоне, стойкость к воздействию влаги, воды.

Для соблюдения данных требований проведен анализ и в качестве корпуса имитатора выбран ударопрочный герметичный кейс-корсар К-810. Составными частями ПЭВМ являются универсальный микропроцессор ВЕ-М1000, оперативное запоминающее устройство 1645РУ7Я, постоянное запоминающее устройство 1636РР6У, жидкокристаллический монитор МК-1566 "Восход", универсальная клавиатура «КУ-1» и оптический манипулятор «ОМС-01», которые подобраны на основе отечественной элементной базы.

В качестве операционной системы предпочтение отдали Astra Linux, созданную для комплексной защиты информации и построения защищённых

автоматизированных систем. Обеспечивает степень защиты обрабатываемой информации за счет использования инновационного способа загрузки программного обеспечения [2, 3]. Из-за низкой популярности Linux для рабочих столов и архитектуры системы поймать вирус достаточно сложно. Система оптимизирована для всех существующих платформ, тем самым обеспечивается единая среда для разработки и эксплуатации одних и тех же пакетов на любых компьютерах, оборудовании. Унификация в таких случаях очень удобна. Операционная система очень нетребовательна к ресурсам.

Также в процессе работы проведено сравнение компонентов имитатора ПЭВМ отечественного производства, разработка системной платы, которая является основой построения модульного устройства, конструкции имитатора и его составных блоков [4-8].

Разрабатываемое устройство найдет свое применение в автоматизированных системах научных исследований (АСНИ) и гибких автоматизированных производствах.

#### ***Список литературы***

1. Ведерников В.Л., Михайлова Н.А., Сплюхин Д.В., Шишков В.Ю. Особенности разработки компьютерных симуляторов // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. 2020. С. 158-159.
2. Пат. 2720220. Способ загрузки программного обеспечения / Аникеев В.В., Мартынов А.П., Марунин М.В., Николаев Д.Б., Одинцов М.В., Сплюхин Д.В., Фомченко В.Н. Оpubл. 28.04.2020.
3. Сплюхин Д.В., Мартынова И.А. Классификация подстановок в рядах факториальных множеств: Информатизация образования – 2018. Труды Международной научно-практической конференции. Академия информатизации образования; Академия компьютерных наук, Институт управления образованием РАО. 2018. С. 276-28.
4. Пат. 2623894. Способ преобразования данных с равновероятностной инициализацией / Мартынов А.П., Мартынова И.А., Марунин М.В., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Оpubл. 29.06.2017.
5. Мартынова И.А. Теоретико-функциональный анализ функций преобразования информационно-криптографических систем // Известия института инженерной физики. – 2020. – №4(58). – С. 73–77.
6. Грибунин В.Г., Костоюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Атаки, пропускная способность каналов и оценка стойкости: Учебно-методическое пособие // Под ред. В.Г. Грибунина. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2015.
7. Грибунин В.Г., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Криптография и безопасность цифровых систем: Учебное пособие. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2011. 411 с.
8. Васильев Р.А., Николаев Д.Б. Анализ возможностей применения голосовой идентификации в системах разграничения доступа к информации. Научный результат. Информационные технологии. 2016. Т. 1. № 1. С. 48-57.

## ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНСТРУКТОР ДЛЯ РАБОТЫ С ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Цветкова А.Н., Дюпин В.Н.

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

На сегодняшний день решение сложных производственных задач невозможно без использования систем автоматизированного проектирования. Системы автоматизированного проектирования позволяют объединить опыт как конструкторских навыков по созданию и обработке 3D моделей, так и опыт инженерного анализа этих конструкций.

Следует учитывать, что современные программные пакеты САПР требуют подготовки высококвалифицированных специалистов. Подготовка таких специалистов может осуществляться как в стенах института, так и со школьной скамьи. При этом следует учитывать, что для начинающего пользователя САПР должны обладать наиболее простым функционалом и свободной лицензией.

Поскольку далеко не все коммерческие продукты обладают лицензией, образовательные учреждения могут использовать сторонние инженерные конструкторы с упрощенным пользовательским интерфейсом.

В рамках текущей работы был разработан инженерный конструктор, позволяющий строить трехмерные математические модели сеток, основанных на триангуляционном слое ячеек. Выполнить операции по модификации, как положения, так и геометрической структуры сеток. На рисунке представлен вариант сечения шарообразной сетки средствами конструктора (слева – исходная сетка, справа – результат сечения).

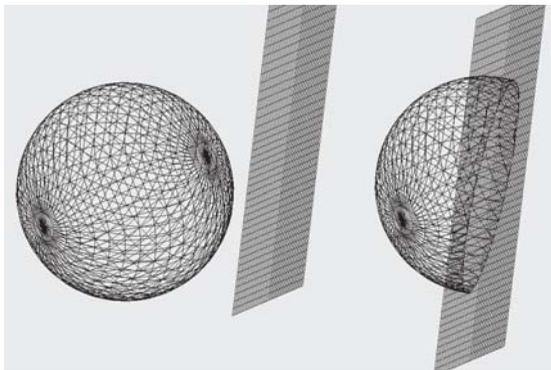


Рис 1. Демонстрация операции сечения сетки в инженерном конструкторе

### **Список литературы**

1. Дюпин В.Н. (2019) Модель виртуального адаптационного пространства // Научно-технический вестник Поволжья. № 3. С. 111-114.
2. Бабанов Н.Ю., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н., Новиков А.В. Виртуальная интерактивная система формирования и отработки управляющей информации. Вестник НГИЭИ. 2016. № 4 (59). С. 15-29.

3. Теоретическая часть // Логвенков С. А., Самовол В. С. Линейная алгебра. Основы теории, примеры и задачи. — М.: МЦНМО, 2017.
4. Васильев Р.А., Николаев Д.Б. Анализ возможностей применения голосовой идентификации в системах разграничения доступа к информации. Научный результат. Информационные технологии. 2016. Т. 1. № 1. С. 48-57.

## **РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ЭКСТРУЗИИ ДВУМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

**Дюпин В.Н.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В современном обществе большую роль играют системы искусственного интеллекта (ИИ). ИИ позволяют найти эвристические решения в сложных инженерных задачах. Одной из самых трудных задач ИИ является задача обнаружения и распознавания образов (ОРО). Сложность задачи ОРО обусловлена высокой сложностью задачи поиска универсальных методов обработки визуальной информации, выделения характерных черт обнаруженных объектов, систематизации и классификации данных [1].

Для упрощения задачи ОРО наблюдаемый поток визуальной информации разбивается на временные срезы, в рамках которых наблюдаемые образы сохраняют статичность и устойчивость характерных черт образов.

Метод выделения образов на статическом изображении редуцируется к задаче поиска границ двумерных образов. Для отделения границ одного объекта от границ другого объекта используется информация об изменении контуров объектов на смежных временных срезах [2-4].

На базе информации об изменении контуров объектов на соседних срезах строится таблица удаленности объектов от местоположения наблюдателя [5].

Реализованный в текущей работе метод экструзии позволяет восстановить трехмерный образ наблюдаемых объектов. Для восстановления трехмерного образа метод экструзии заполняет таблицу удаленности объектов исходя из коэффициента параллакса объектов.

### ***Список литературы***

1. Дюпин В.Н. (2019) Модель виртуального адаптационного пространства // Научно-технический вестник Поволжья. № 3. С. 111-114.
2. Бабанов Н.Ю., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н., Новиков А.В. Виртуальная интерактивная система формирования и отработки управляющей информации. Вестник НГИЭИ. 2016. № 4 (59). С. 15-29.
3. Теоретическая часть // Логвенков С. А., Самовол В. С. Линейная алгебра. Основы теории, примеры и задачи. — М.: МЦНМО, 2017.
4. Васильев Р.А., Николаев Д.Б. Анализ возможностей применения голосовой идентификации в системах разграничения доступа к информации. Научный результат. Информационные технологии. 2016. Т. 1. № 1. С. 48-57.
5. Скворцов А.В., Мирза Н.С. Алгоритмы построения и анализа триангуляции. URL: [https://www.indorsoft.ru/books/2006/SkvortsovAV-2006-08.Book\(Tm\).pdf](https://www.indorsoft.ru/books/2006/SkvortsovAV-2006-08.Book(Tm).pdf) (дата обращения: 08.02.2021).

**ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ КАК ФАКТОР СТИМУЛИРОВАНИЯ  
РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ:  
СЛОЖНОСТИ ПРОЦЕССА И ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ**  
**Нестерова А.А., Синюткина Ю.В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Импортозамещение в IT-сфере для России является важным и необходимым процессом, который оказывает влияние на конкурентоспособность страны. На данный момент в РФ одним из актуальных предметов для обсуждения является импортозамещение. Это может быть обосновано несколькими факторами:

1. Компаниям, которые попали под действие международных антироссийских санкций, необходимо предоставить альтернативные решения, помогающие им функционировать на прежнем уровне.
2. Экономический кризис, сделавший многие информационные технологии западных стран почти недоступными для российских компаний.
3. Импортозамещение обеспечит возможность выхода на мировой рынок с новыми конкурентоспособными товарами. В ближайшем времени это позволит повлиять на курс рубля и снизить цены на энергоресурсы.

Основной темой импортозамещения в России изначально была продовольственная безопасность, её начала обсуждаться ещё в 2012 году. В этом же году было утверждено «Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. №328 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» [1]. Далее в 2015 году была создана Правительственная комиссия по импортозамещению и определены направления, являющиеся приоритетными для России. В настоящее время в РФ вступил в силу «Приказ от 18 апреля 2019 г. № 156 «О внесении изменений в приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 20.09.2018 № 486 «Об утверждении методических рекомендаций по переходу государственных компаний на преимущественное использование отечественного программного обеспечения, в том числе отечественного офисного программного обеспечения» [2].

На сегодняшний день одним из значимых направлений импортозамещения является искусственный интеллект. В России под ним понимается совокупность технологических решений, с помощью которых возможно добиваться результатов, которые реально сравнимы с интеллектуальной деятельностью человека, это достигается благодаря имитации когнитивных функции человека (включая поиск решений без заранее заданного алгоритма и самообразование). В целях развития данного направления в России «Указом Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 утверждена «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта до 2030 года», были определены ведущие направления развития искусственного интеллекта, такие как:

1. Возможность ускоренного развития технологии искусственный интеллект, благодаря поддержке научных исследований
2. Разработка отечественного программного обеспечения и повышение качества аппаратного обеспечения в области искусственного интеллекта

3. Повышение качества и увеличение доступности необходимых для технологий искусственного интеллекта данных
4. Обеспечение российского рынка технологий квалифицированными работниками
5. Повышение уровня информированности населения в сфере искусственного интеллекта
6. Регулирования процесса взаимодействия между людьми, который возникает в связи с развитием и использованием технологий искусственного интеллекта

Делая вывод, возможно, отметить, что Россия, на протяжении еще нескольких лет, под давлением обстоятельств будет продолжать использовать зарубежные технологии для поддержки собственной инфраструктуры. Для обновления программной платформы потребуется несколько лет, для замены аппаратной – несколько десятков лет, но для прикладного ПО на сегодняшний день существуют все необходимые условия. Из чего следует вывод, что если в России сейчас идет речь о замещении зарубежных ИТ-технологий, то лучше сосредоточить основное внимание на системном и прикладном ПО, и на информационной безопасности

#### ***Список литературы:***

1. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 328 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности" // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2014, – № 18, – С. 2173
2. Приказ от 18 апреля 2019 г. № 156 "О внесении изменений в приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 20.09.2018 № 486 "Об утверждении методических рекомендаций по переходу государственных компаний на преимущественное использование отечественного программного обеспечения, в том числе отечественного офисного программного обеспечения" // Приложение к приказу Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. – 2019, – № 156
3. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 "О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации" // Указ Президента Российской Федерации. – 2019, – № 490, – С.3-23

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКОНОМИКЕ**

**Максимова К.А.**

*Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,  
г.Н.Новгород*

На сегодняшний день современное общество – это общество информационного типа. Информация представляет собой одну из основных ценностей общества и лежит в основе современной информационной экономики.

Информационные системы все больше укореняются в сфере экономики.

Практическая реализация теоретических процессов в настоящее время играет решающую роль в существовании информационных систем. Такие прикладные процессы основываются на функциональных элементах и их взаимосвязи с физическими пользователями информационных систем [1].

Информационные системы укоренились во многих областях и сферах экономики. Самыми значительными из которых являются: менеджмент; банковская сфера; предпринимательство.

В области управления (менеджмента) информационные системы напрямую зависят от сети Интернет, а также от внутренних компьютерных сетей организации.

Непосредственное влияние информационные системы в области управления оказывают на руководителей (менеджеров). Они способствуют принятию объективных и обоснованных решений. В основном в данной области влиянию со стороны информационных систем подвержено производство управление коллективом.

В области банковской деятельности информационные системы влияют на оборот электронных денежных активов. В данном сегменте рыночных отношений информационные системы позволяют сотрудникам анализировать и исполнять финансово-учетные операции [2].

Сфера предпринимательства подвержена влиянию информационных систем в целях принятия точных и верных решений для существования и развития бизнеса. Такой эффект информационные системы оказывают за счет сложного технико-программного обеспечения. Они служат задачам стратегического планирования, проведения финансовых расчетов и маркетинга и т.п. Отличительной особенностью использования информационных систем в предпринимательской деятельности выступает высокая скорость обработки информации и ее комплексная интерпретация.

### ***Список литературы***

1. Максимова К.А., Поташник Я.С. Развитие цифровой экономики в Нижегородской области // В сборнике: Экономическое развитие России: тенденции, перспективы. сборник статей по материалам VI Международной студенческой научно-практической конференции преподавателей, ученых, специалистов, аспирантов, студентов. 2020. С. 107-110.
2. Кузнецова С.Н., Домнина А.И., Шамина Е.М. Современные тенденции развития информационных и научно-технических ресурсов мирового хозяйства // В сборнике: Научное творчество молодежи как ресурс развития современного общества. Сборник статей по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции молодых исследователей. Мининский университет. Под общ. ред. Е.Ю. Илалдиновой, Р.У. Арифудиной, С.И. Аксенова. 2019. С. 236-241.

## **МОДЕЛЬ РАБОТЫ ПРОГРАММНОГО ВВОДА НА ЯЗЫКЕ АССЕМБЛЕР**

**Жарина А.В., Гончаров С.Н., Ковшов К.Н., Писецкий В.В.,  
Дорохина Т.Е.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Целью настоящей работы является моделирование возможных погрешностей временных измерений системой, использующей в качестве ядра микроконтроллер архитектуры MCS-51, а именно – Philips 82C552 . Информация об особенностях работы взята из [1]. Инструментальный язык – Ассемблер.

Для проведения эксперимента использован алгоритм, показанный на рисунке 1.

```

loop0:    jb IE0,      loop0
          setb   p1.4
loop1:    jnb IE0,     loop1
          clr    p1.4
          jmp   loop0
    
```

Рисунок 1. Программная конструкция, реализующая алгоритм.

Поскольку алгоритм обнаружения и 0 и 1 идентичен, для построения модели можно обойтись только одним из них.

Поскольку работа программы в режиме ожидания прихода фронта сигнала состоит из бесконечной проверки однобитового входа IE0, ожидаемый фронт может прийти либо на первом либо на втором такте команды «jb IE0, loop0». Из-за этого поведенческая модель работы программы, показанной на рисунке 1, распадается на две ветки.

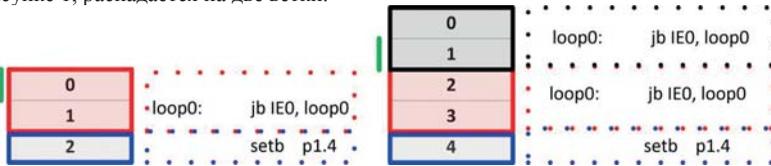


Рисунок 2. Первый вариант (слева) и второй вариант (справа).

Суммарная связь времени реакции и времени прихода сигнала описывается как:

$$t_{\text{реакц}} = \begin{cases} 3 - t_{\text{прих}} & \text{при } 0 \leq t_{\text{прих}} < 1 \\ 5 - t_{\text{прих}} & \text{при } 1 \leq t_{\text{прих}} < 2 \end{cases} \quad 1$$

Где

$t_{\text{реакц}}$  – время реакции системы относительно начала первого такта команды, в тактах;

$t_{\text{прих}}$  - время прихода ожидаемого фронта сигнала относительно начала первого такта команды, в тактах.

Для оценки среднего времени реакции необходимо проинтегрировать формулу 3 на интервале фиксации:

$$t_{\text{ср}} = \frac{1}{t_{\text{фикс}}} \left[ \int_0^1 (3 - t_{\text{прих}}) dt + \int_1^2 (5 - t_{\text{прих}}) dt \right] \quad 2$$

Таким образом, рассматриваемая модель прогнозирует среднее время реакции  $t_{\text{ср}} = 3 \pm 1$  такт.

Для исследования модели методом Монте-Карло, формула 1 была реализована в программе MS Excel.

Результирующая последовательность была обработана инструментами статистического анализа. Результаты анализа:

МО= 3,018681434

СКО= 0,521900676

С учётом того, что интерес представляет работа в диапазоне  $2\sigma$ , эти результаты отлично сочетаются с аналитическим представлением.

Полученные результаты хорошо коррелируют с экспериментальными данными, приведёнными в [2]:  $4,18 \pm 0,96$  тактов.

### ***Список литературы***

1. 80C552/83C552 Single-chip 8-bit microcontroller with 10-bit A/D, capture/compare timer, high-speed outputs, PWM. Datasheet. Copyright 2002 Sep 03 by Philips Semiconductors.

2. Оценка влияния инструментального языка программирования на метрологические характеристики временных параметров разрабатываемого устройства/ Жаринова А.В., Гончаров С.Н., Ковшов К.Н., Писецкий В.В., Кандидатов Д.Н. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы: «Математика и математическое моделирование». 2020. Саров, Стр. 139-140.

## **ВЛИЯНИЕ ТРАНСЛЯТОРА НА ВРЕМЕННЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММЫ**

**Жаринова А.В., Гончаров С.Н., Ковшов К.Н., Писецкий В.В., Дорохина Т.Е.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Целью настоящей работы является моделирование возможных погрешностей временных измерений системой, использующей в качестве ядра микроконтроллер архитектуры MCS-51, а именно – Philips 82C552 . Информация об особенностях работы взята из [1]. Инструментальный язык – Си.

Для проведения эксперимента использован алгоритм, показанный на рисунке 1.

```
while (1) {  
    if (IE0) { // Если обнаружен 0 (принимается инверсия)  
        ANS = 0;}  
    else { // Если обнаружена 1 (принимается инверсия)  
        ANS = 1;};  
}
```

Рисунок 1. Программная конструкция, реализующая алгоритм (язык Си).

Трансляция программы с последующим дисассемблированием дала следующий набор кода (см. рис.2):

```

PIOC1:  JNB  IE0, PIOC2
        CLR  p1.4
        SJMP PIOC1
PIOC2:  SETB p1.4
        SJMP PIOC1

```

Рисунок 2. Результат трансляции и дисассемблирования программной конструкции, показанной на рисунке 2. (язык Ассемблер).

Поскольку алгоритм обнаружения и 0 и 1 идентичен, для построения модели можно обойтись только одним из них.

Поскольку работа программы в режиме ожидания прихода фронта сигнала состоит из бесконечной проверки однобитового входа IE0, ожидаемый фронт может прийти либо на первом либо на втором такте команды «jb IE0, loop0». Из-за этого поведенческая модель работы программы, показанной на рисунке 1, распадается на две ветки.

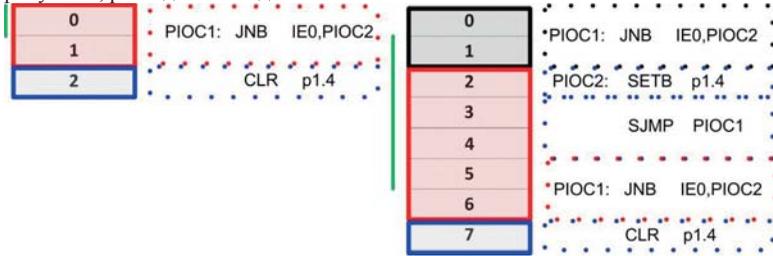


Рисунок 2. Первый вариант (слева) и второй вариант (справа).

Суммарная связь времени реакции и времени прихода сигнала описывается как:

$$t_{\text{реакц}} = \begin{cases} 3 - t_{\text{прих}} & \text{при } 0 \leq t_{\text{прих}} < 1 \\ 8 - t_{\text{прих}} & \text{при } 1 \leq t_{\text{прих}} < 5 \end{cases} \quad 1$$

Где

$t_{\text{реакц}}$  – время реакции системы относительно начала первого такта команды, в тактах;

$t_{\text{прих}}$  - время прихода ожидаемого фронта сигнала относительно начала первого такта команды, в тактах.

Для оценки среднего времени реакции необходимо проинтегрировать формулу 1 на интервале фиксации:

$$t_{\text{ср}} = \frac{1}{t_{\text{фикс}}} \left[ \int_0^1 (3 - t_{\text{прих}}) dt + \int_1^5 (8 - t_{\text{прих}}) dt \right] \quad 2$$

Таким образом, рассматриваемая модель прогнозирует среднее время реакции  $t_{\text{ср}} = 4,5 \pm 2,5$  такта.

Для исследования модели методом Монте-Карло, формула 1 была реализована в программе MS Excel.

Результирующая последовательность была обработана инструментами статистического анализа. Результаты анализа:

МО= 4,45

СКО= 0,72

С учётом того, что интерес представляет работа в диапазоне  $2\sigma$ , эти результаты отлично сочетаются с аналитическим представлением.

Полученные результаты хорошо коррелируют с экспериментальными данными, приведёнными в [2]:  $5,74 \pm 2,41$  тактов.

### **Список литературы**

1. 80C552/83C552 Single-chip 8-bit microcontroller with 10-bit A/D, capture/compare timer, high-speed outputs, PWM. Datasheet. Copyright 2002 Sep 03 by Philips Semiconductors.

2. Оценка влияния инструментального языка программирования на метрологические характеристики временных параметров разрабатываемого устройства/ Жаринова А.В., Гончаров С.Н., Ковшов К.Н., Писецкий В.В., Кандидатов Д.Н. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы: «Математика и математическое моделирование». 2020. Саров, Стр. 139-140.

## **ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НА ОСНОВЕ PSIDR-МОДЕЛИ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ СКОРОСТЬЮ ОБНОВЛЕНИЯ АНТИВИРУСНЫХ БАЗ И МАКСИМАЛЬНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ИНФИЦИРОВАННЫХ ХОСТОВ В СЕТИ**

**Салмина Т.И.<sup>1</sup>, Еремеева Н.И.<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал НИЯУ  
МИФИ, г.Димитровград*

Глобальный переход к информационным технологиям предъявляет новые требования к компьютерной безопасности. Большое количество экономически, социально и политически значимой информации хранится в электронном виде. Это создает уязвимость со стороны вредоносных программ, главной задачей которых является подрыв работоспособности системы.

Обнаружение компьютерных вирусов и занесение их кодов в протоколы антивирусных программ способно предотвратить дальнейшее заражение, но процесс этот должен быть сбалансирован, поэтому важно понимать закономерности распространения эпидемий в компьютерных сетях. Одним из основных инструментов для такого анализа является математическое моделирование.

Для исследования в данной работе была выбрана математическая модель PSIDR [1], которая выделяет два временных периода распространения вируса:

- *предварительный период* - от начала заражения до момента  $t = \tau$ , когда происходит обнаружение вредоносного ПО, этот период характеризуется ростом числа заразившихся хостов без излечения;
- *период отклика* - с момента обнаружения вируса  $t = \tau$  и его занесения в базы данных антивирусных средств, когда начинается постепенное излечение инфицированных хостов, а незараженные хосты приобретают невосприимчивость к вирусу.

Согласно PSIDR-модели хост может находиться в одном из четырех состояний: восприимчивом к заражению (*Host*), инфицированном (*Ill*),

находящимся на излечении после обнаружения инфекции (*Find*) и получившим иммунитет после излечения (*Cure*).

Целью данной работы является определение на основе компьютерного эксперимента зависимости между скоростью обновления антивирусных программ  $ip$  и максимальным количеством инфицированных хостов в сети *Max III*.

В результате численных расчетов при фиксированных исходных данных:

- время обнаружения вируса  $\tau = 40$  часов,
- начальное число больных хостов  $Ill(0)=3$ ,
- начальное число уязвимых хостов  $Host(0)=2000$ ,
- начальное число вылеченных хостов  $Cure(0)=0$ ,
- число обнаруженных зараженных хостов  $Find(0)=0$ ,
- скорость заражения  $b=0.12$ ,
- скорость иммунизации  $im(t)=0$ , при  $t < \tau$ ,  $im(t)=0.05$ , при  $t > \tau$
- скорость обновления антивирусных баз  $ip(0)=0$ , при  $t < \tau$ , (при  $t > \tau$   $ip$  меняется в ходе эксперимента).

была получена следующая зависимость:

Таблица 1. Зависимость максимального количества одновременно зараженных компьютеров от скорости обновления антивирусных баз.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>ip</i>	0.01	0.03	0.05	0.07	0.09	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18
<i>Max III</i>	1222	580	390	330	312	311	310	309	308	308

На основе таблицы можно сделать вывод, что скорость обновления антивирусных баз существенно влияет на количество одновременно зараженных компьютеров в сети. При этом данная зависимость в большей степени ощущается при  $ip < 0,09$ , дальнейшее увеличение скорости обновления будет малоэффективным.

### Список литературы

1. Еремеева Н. И. Построение модификации SEIRD-модели распространения эпидемии, учитывающей особенности COVID-19 // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Прикладная математика. 2020. № 4. С. 14-27.

**СЕКЦИЯ**  
**«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ И СОЦИОЛОГИИ»**  
**1 ЧАСТЬ**

**АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Андряшина Н.С., Базурина Ю.А.**

*Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,  
г.Н.Новгород*

Грамотное ценообразование является одной из основных задач деятельности организации, поскольку цена продукта или услуги часто играет значительную роль в успехе этого продукта, определяет прибыльность компании, а зачастую и ее конкурентоспособность.

Для обеспечения развития любой коммерческой структуры необходимо уметь реально оценивать ценовую политику, в сравнении с существующими и потенциальными конкурентами и планировать будущую деятельность на перспективу.

Ценовая политика – это набор принципов и процедур, позволяющих компании управлять ценами на свои товары или услуги. Ценовая политика разрабатывается с целью обеспечения единообразия в рамках всей организации, демонстрирует соблюдение правовых обязательств и разъясняет принципы в отношении того, каким образом оцениваются продукты и / или услуги.

Структурно ценовая политика включает в себя:

1. Описание целей и задач, планируемых к достижению;
2. Масштаб и планы по расширению политики ценообразования;
3. Законодательные требования к ценообразованию в организации (в отношении отдельных видов деятельности и перечня товаров).
4. Ценовую стратегию – средства и методы, с помощью которых цены будут устанавливаться и корректироваться.
5. Ответственность исполнителей за соблюдение политики.
6. Подходы к корректировке цены на товар и ценовой политики в целом.

Оценка ценовой политики, реализуемой в современных конкурентных условиях в отрасли, была выполнена на примере ООО «ГК «Интеграл» и показала:

- ценовая политика предприятия охватывает действия по формированию уровня цен на товарные позиции ассортимента исходя из аналогичных предложений конкурентов и стремления сохранить свою конкурентоспособность на рынке.

- товарный ассортимент ООО «ГК «Интеграл» можно охарактеризовать как «достаточный», «многообразный», что в свою очередь определяет значительный диапазон цен на производимую продукцию. В свою очередь, подобная ситуация определяет необходимость для предприятия придерживаться нескольких ценовых стратегий – от продукта «Масс-», до продукта «Премиум» в зависимости от конкретной товарной подгруппы:

а) в сегменте «Премиум» компания может позволить себе реализовывать стратегию престижных цен, соответственно формируя маржу на товар

высокого качества исходя из пропорционально высокого значения себестоимости.

б) в сегменте продукта «Масс-» производитель поддерживает свою конкурентоспособность преимущественно, и чаще всего, только за счет установления минимальных цен на продукцию.

#### ***Список литературы***

1. Андрияшина Н.С., Базурина Ю.А. Оценка и обеспечение конкурентоспособности продукции предприятия // В книге: Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. 2020. С. 186-187.
2. Андрияшина Н.С., Романовская Е.В., Ражова Н.А., Сергеева Д.С. Развитие производственного потенциала промышленного предприятия // Экономика и предпринимательство. 2018. № 8 (97). С. 917-922.

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

**Бакулина Н.А.**

*Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,  
г.Н.Новгород*

В современном динамично меняющемся мире экономика, как и любая другая отрасль, претерпевает изменения. На мировой экономической арене происходят то подъемы, то спады. Экономика, основываясь на рыночных отношениях, напрямую зависит от цен продаваемых товаров, работ и услуг. Чем выгоднее цены, тем более рентабельно производство, и как следствие выше прибыль предприятия. А главная цель любой организации получение прибыли, соответственно, чем более привлекательна цена на рынке, тем больше спрос будет на данную продукцию, и предприятие получит желаемый результат.

Однако стоит заметить, что ценообразование не простой процесс и вызывает зачастую много вопросов. Для определения цен обозначенных для потребителей необходимо провести целый ряд анализов, что бы определить эффективный порядок формирования затрат на производство продукции предприятия отрасли.

Любой производственный процесс связан с определенными расходами. В процессе почти каждого производства потребляются материальные, трудовые и финансовые ресурсы. Совокупность всех этих затрат на и реализацию и есть себестоимость продукции. Себестоимость – это качественный показатель, выраженный в суммарном денежном выражении, свидетельствующий о том, во сколько обходится предприятию производство и сбыт продукции.

Отражая в себе все затраты производства себестоимость охватывает почти все стороны хозяйственной деятельности предприятия, выявляя слабые места и достижения. Учет затрат при калькуляции себестоимости ведется по статьям расходов, что позволяет анализировать куда, когда и сколько было израсходовано ресурсов. Так же такой способ группирования затрат дает

возможность увидеть изменение статей затрат и какую роль они играют при формировании себестоимости продукции.

Анализ формирования затрат на производство продукции предприятия отрасли является одним из важнейших качественных показателей, который характеризует экономическую эффективность производства. Проводя его всесторонний анализ, появляется возможность определить резервы и выявить путь увеличения прибыли за счет снижения трудовых, материальных и финансовых затрат. Проведение анализа себестоимости дает возможность выявить направления изменения данного показателя, соответствие плану, выявить действие факторов на его динамику, на основании этих данных провести оценку деятельности предприятия по реализации возможностей и выявлению резервов снижения себестоимости продукции.

Практическая значимость анализа формирования ценовой политики на предприятии велика, о чем свидетельствуют задачи поставленные перед ним.

Анализ затрат и себестоимости направлен на изыскание резервов для повышения эффективного использования трудовых, материальных и денежных ресурсов предприятия, дает оценку показателям прибыли и рентабельности производства.

#### ***Список литературы***

1. Андрияшина Н.С., Романовская Е.В., Ражова Н.А., Сергеева Д.С. Развитие производственного потенциала промышленного предприятия // Экономика и предпринимательство. 2018. № 8 (97). С. 917-922.
2. Лихачева Ю.В., Кузнецова С.Н. Обеспечение финансовой устойчивости предприятия // В сборнике: Социальные и технические сервисы: проблемы и пути развития сборник статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции. Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина. 2017. С. 318-321.

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В СИСТЕМЕ МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ**

**Козлова Е.П.**

*Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,  
г.Н.Новгород*

Современные взгляды общества на методики принятия решений отличаются от ранее используемых методов проб и ошибок, опоры на интуицию и опыт. Накапливаемая информация об определенных ситуациях, породила искусство определения оптимальных решений в том числе в экономической сфере. Успешное использование математических методов в иных научных областях натолкнуло на идею развития математического обеспечения в системе методов принятия оптимальных решений. Всемирное онлайн-исследование показало, что применение математических подходов к принятию рационального решения позволяет привести деятельность компаний к успеху на 18,3%.

Всевозможные варианты определения оптимальных решений в математической формулировке предлагались еще в начале XVII в. Данные

теории позволяли рассмотреть такие вопросы как: производственные процессы, вопросы ценообразования и т.п.

Теории принятия оптимальных решений, обеспеченные математическим подходом, позволяют:

- установить формальный и конкретный язык изучения всего многообразия экономических процессов, процедур и механизмов;
- определить варианты оценки эффективности принятого решения, разработанных на основе интуиции или на базе рационального поведения, а также на гармоничность и возможность применения к исследуемой ситуации;
- вычленив базовые принципы, критерии, методы и инструменты выбора оптимальных решений [1].

Сложность применения данных теорий обусловлено уровнем математических методов при том, что следует одновременно упрощать явления. Также не менее значимой причиной от отказа использования данных теорий на практике является сложность данной теории. И основная сложность заключается даже не столько в ее математическом аппарате, сколько в логике. В связи с этим на практике большинство руководителей не понимают, каким образом использовать ее инструментарий. В связи с этим очень важно сделать правильный выбор методологии для конкретного предприятия, которая позволит с использованием математических методов обеспечить принятие правильного оптимального решения [2].

В результате проведенной работы был сделан вывод о том, что благодаря теории игр возможно установить оптимальные решения и стратегические шаги во многих экономических ситуациях. При этом правильное использование уже существующих инструментов позволяет, не обладая собственными статистическими данными, и даже из ситуаций с отсутствием оптимальных стратегий можно сделать полезные выводы. Практическое применение теории игр является инновационным методом в экономической науке.

### ***Список литературы***

1. Чистилин А. М. Принятие эффективных решений в финансах и экономике с применением аппарата теории игр //Мягкие измерения и вычисления. – 2019. – №. 5. – С. 51-64.
2. Kuznetsova S.N. Increase of economic effectiveness of investment projects in industrial parks / Kuznetsova S.N., Artemyeva M.V., Potashnik Y.S., Kozlova E.P., Lapaev D.N.// The Future of the Global Financial System: Downfall or Harmony. Сер. "Lecture Notes in Networks and Systems" Cham, Switzerland, 2019. С. 1138-1144.

## **ОЦЕНКА УРОВНЯ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Кочетова О.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Проблемы уровня жизни населения находятся в центре общественного внимания. Уровень жизни – степень удовлетворения насущными потребностями, социально-экономические условия для развития и удовлетворения этих потребностей. Это многогранное явление, которое измеряется следующими показателями: доходы, расходы и сбережения населения; социальное обеспечение и социальная помощь; уровень прожиточного минимума; уровень бедности; социально-демографические факторы, а также состоянием политических дел в стране. Основная цель развития прогрессивного общества – это создание благоприятных условий для здоровой и процветающей жизни людей. Анализ тенденций в изменении уровня жизни населения позволяет судить, насколько эффективно общество справляется с этой задачей.

В докладе нами был проделан анализ показателей уровня жизни населения Нижегородской области. Экономическое неравенство неизбежно, однако снизить разрыв между богатыми и бедными – это цель большинства государств. При проведении анализа мы пришли к выводу, что неравенство в доходах значительно отличается от региона к региону. Существенных изменений в доходном неравенстве населения Нижегородской области не отмечалось. Более 13% от общей численности населения живут за чертой бедности и это меньше чем в предшествующий период.

При рассмотрении годовых отчетов Правительства Нижегородской области, выявлено, что, не смотря на сложную ситуацию, произошел незначительный рост показателей, а это все же положительная динамика. Реальные доходы населения Нижегородской области в 2020 году выросли на 1%, средняя номинальная заработная плата составила 36 тыс.руб., средняя зарплата по региону – 48768 руб.

В 2020 году наблюдалось резкое снижение деловой активности, упали почти все показатели развития. Промышленное производство снизилось более чем на 9% к уровню 2019 года, последствием чего стал значительный рост безработицы. По данным Нижегородстата уровень безработицы составил около 5% (более 83тыс. человек), в сравнении с предыдущим периодом количество безработных увеличилось более чем в 8 раз. Возникла реальная угроза невыплаты заработной платы, несмотря на принятые меры Правительством РФ по поддержанию возможностей работодателей сохранить занятость и выплачивать зарплату. Просроченная задолженность составила более 1300 тыс.руб.

В ходе доклада были предложены пути повышения уровня жизни населения Нижегородской области: требуется проведение соответствующей политики доходов, направленной на обеспечение экономического роста; необходимо повысить расходы на поддержание малообеспеченных граждан; необходимо поддерживать низкий уровень инфляции; необходимо повысить прожиточный минимум. Необходимы эффективные «социальные лифты»: доступ к качественному профессиональному образованию, укрепление малого и среднего бизнеса (как в Нижегородской области, так и во всех регионах страны).

### **Список литературы**

1. Проблемы прогнозирования. / Б.Н.Порфирьев [и др.]. Основные направления социально-экономического развития в 2020-2024 гг. и на период до 2035. Изд. ФГБУН Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН - 2020, №3.
2. Региональная экономика : учебник для вузов / Е. Л. Плисецкий [и др.] ; под редакцией Е. Л. Плисецкого. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 532 с.
3. Социология управления / А.А. Николаев. - М.: Альфа-М, Инфра-М, 2019. - 268 с.

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

**Кузнецов В.П., Бакулина Н.А.**

*Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,  
г.Н.Новгород*

В условиях современного развития общества руководителям любой организации все сложнее делать выводы и принимать какие-либо решения, для того чтобы все сотрудники были удовлетворены и заинтересованы на успешную работу. Методы, применяемые в экономике, которые могут предоставить такую возможность и подобрать наилучшую стратегию с перспективой на будущее, являются математические методы, интерес к которым постепенно повышается.

Каждый раз руководителю необходимо анализировать маркетинговую информацию и рассчитывать покупательский спрос, вести учет по всем сферам деятельности предприятия для принятия обоснованных выводов и решений. Все эти мероприятия сопровождаются огромным количеством информации, которую необходимо обработать и представить в удобном и понятном виде.

Для того, чтобы решить данный вопрос максимально быстро и без потери информации, необходимо использовать экономико-математические методы и модели для успешной работы предприятия. Применение математических методов в управлении предприятием позволяет не только измерить явления и процессы количественно и качественно, но и обеспечить оптимальное решение дальнейшего его развития.

Благодаря применения экономико-математических методов в организации, оптимизируются важнейшие элементы и значения экономических задач и применяются наилучшие управленческие решения, которые способствуют развитию и процветанию предприятия на мировом уровне.

### **Список литературы**

1. Kuznetsova S.N., Garina E.P., Kuznetsov V.P., Romanovskaya E.V., Andryashina N.S. Industrial parks formation as a tool for development of long-range manufacturing sectors. Journal of Applied Economic Sciences. 2017. Т. 12. № 2 (48). С. 391-401.

2. Кузнецов В.П., Бакулина Н.А. Как математическое моделирование изменило экономику промышленности / Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. Саров. 2020. С. 196-197.

3. Романовская Е.В., Бакулина Н.А. Методы изучения, анализа и прогнозирования спроса на отраслевом рынке / Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. Саров. 2020. С. 203-204.

## **НРАВСТВЕННЫЕ КООРДИНАТЫ ИНТЕРСУБЪЕКТИВНОГО МИРА СОВРЕМЕННОГО ПОДРАСТАЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ: РЕЗУЛЬТАТЫ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

**Немова О.А., Жаркова М.В.**

*Нижегородский государственный педагогический университет имени  
К.Минина, г.Н.Новгород*

В год празднования 75-летия Победы в ВОВ много говорится о необходимости воспитания у подрастающего поколения молодежи чувства патриотизма и любви к своему Отечеству. Парад Победы, телепередачи, фильмы и книги о войне, редкие встречи с ветеранами войны - это важная составляющая приобщения молодежи к истории своего народа. Однако, по мнению авторов статьи, «живое» знакомство с историей страны через приобщение к прошлому своей семьи, воспоминаниям родственников о событиях тех лет, являются куда более наглядными и убедительными аргументами, чем абстрактные и отдаленные, т.е. «чужие» примеры. Активизация поисковой деятельности семей по изучению собственной истории, информации о подвигах своих прауродителей участников ВОВ - это важная воспитательная задача в общем процессе организации воспитательного пространства города. Именно через соучастие в поисковых работах, пропуская через себя всего того, что происходило в то время является наилучшим учителем для современного подрастающего поколения. Дети, которые на примере своих родственников, знают о тяготах войны, о зверствах нацистов на оккупированных территориях нашей страны, о трагической для русского народа цене победа в ВОВ, никогда не станут участниками неонацистского движения, не пойдут осквернять могилы и памятники участников ВОВ.

В результате феноменологического анализа школьных конкурсных сочинений мы выявили следующие феномены детского восприятия поколения прауродителей, прошедших годы ВОВ:

1) Духовно-нравственные качества прауродителей для школьников более значимы нежели накопленные материальные блага. Особенно правнуки отмечают такие качества у своих прауродителей как доброта, отзывчивость, любовь к близким людям, взаимовыручка и взаимопомощь, чувство справедливости, семьеориентированность и семьецентричность, трудолюбие и патриотизм.

2) Дети акцентируют внимание на том, что поколение ветеранов ВОВ не любили рассказывать о войне, но при этом, сохраняют память о конкретных подвигах, что является предметом гордости для всех поколений семьи.

3) В каждом сочинении присутствует мысль о том, что дети хотели бы быть похожими на своих легендарных предков и унаследовать их лучшие черты характера и поведения.

Практическая значимость исследования представлена возможностью применения феноменологического анализа. эффективности проведения, выявления актуальности, значимости и важности тех или иных городских конкурсных мероприятий, рассчитанных на представителей молодежных возрастных когорт.

Феноменологический анализ школьных сочинений показал организаторам акции необходимость проведения подобного рода мероприятий для активизации межпоколенческих связей, возрождения лучших семейных и национальных традиций, возвращении и укреплении чувства гордости за своих прауродителей, отстоявших свою родину перед лицом смертельного врага, воспитания истинного патриотизма.

#### ***Список литературы***

1. «Проект победа» / Электронный ресурс — URL <http://gallery.ddt-chkalov.ru/category/проект-победа/> (Дата доступа — 8.10.2020).

### **РАСЧЁТ СОЦИОКУЛЬТУРНЫХ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗВУЧАЩЕЙ РЕЧИ В АУДИОСООБЩЕНИЯХ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ «ВКОНТАКТЕ»**

**Пластун Н.С., Литвина А.Ф., Ахапкина Я.Э.**

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,  
г.Москва*

В настоящее время тематика интернет-коммуникации обретает всё большую актуальность. Особенно важно исследовать отдельные виды коммуникации с целью составления общей языковой картины развития разговорной и письменной речи. Одной из наиболее бурно развивающихся сфер языковой коммуникации являются социальные сети, где общение может происходить как письменно (это более традиционный вариант коммуникации), так и устно – в виде голосовых сообщений. В представленной работе проводится исследование коммуникативных ценностей и функциональных особенностей голосовых сообщений в социальной сети «ВКонтакте». Исследование проведено с помощью вариационного анкетирования 30 информантов в возрасте от 15 до 25 лет и сравнительного анализа речи в голосовых сообщениях, речи в письменных сообщениях и устной разговорной речи.

Целью данной работы является установка специфики речи в голосовых сообщениях и выявление причин выбора данного способа интернет-коммуникации или отказа от него, помимо обоснования данного выбора стремлением пользователя сократить время коммуникации и затраченные на неё усилия [1]. В ходе исследования установлено преобладание выделения

данной интернет-коммуникации в отдельную категорию, различие между восприятием текстового сообщения и восприятием голосового сообщения, которое подразумевает особый статус голосовых сообщений в переписке и необходимость выполнения определённых условий (например, запрос разрешения записать голосовое сообщение). Также было проведено сравнение черт речевой продукции, порождаемых в ходе интернет-коммуникации в письменной форме (текстовые сообщения) и в устной форме (голосовые сообщения) [2]. Данное сравнение представляет несомненный интерес в связи с неопределённостью голосового сообщения как жанра, балансирующего на «стыке» двух жанров – устной разговорной речи и жанра «разговор в мессенджере» [3]. Обычно в ситуации жанра «разговор в мессенджере» или иного текстового жанра интернет-коммуникации черты речевой продукции преимущественно наследуются от устной разговорной речи, но при этом подвергаются изменениям вследствие графической природы передачи сообщения [2].

Электронная обработка результатов анкетирования и вывод результатов экспериментов проводились при помощи электронной системы «Репозиторий исследований вариативности» (<https://vastry.ru/>) [4], активно используемой для интерактивного графического представления социолингвистических исследований. Поиск лексических конструкций проводился с помощью редактора GoldWave (<http://www.goldwave.com>), а расчёт социокультурных и лингвистических показателей выполнялся в системе анализа речи SAS Text Analytics.

### **Список литературы**

1. Орлова Н. В. Голосовые сообщения как источник сведений о коммуникативных нормах и ценностях // Экология языка и коммуникативная практика. 2018. №3. С.57 – 65
2. Ахапкина, Я. Э. О грамматике устно-письменного высказывания // Современный русский язык в интернете / ред. Я. Э. Ахапкина, Е. В. Рахилина. – М.: Языки славянской культуры, 2014. – С. 181-194.
3. Никитина Л.Б., Голошубина О.К. Моделирование речевого жанра "разговор в мессенджере" // Жанры речи. 2018. №4 (20). С.208 – 212.
4. Добрушина Н. Р., Стаферова Д. А., Белоконь А. А. Электронная база вариативных явлений // Slověne. 2018. № 1. С. 424-436.

## **ПАТРИОТИЗМ КАК СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ ФЕНОМЕН**

**Свадьбина Т.В.<sup>1</sup>, Филатова Е. В.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина, г.Н.Новгород*

*<sup>2</sup>Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования «Дворец детского (юношеского) творчества им. В.П. Чкалова», г.Н.Новгород*

Патриотизм заложен в социокультурный код народа, определяет его генотип (хронотоп). Изменение этого гена (кода) приведет к непоправимым мутациям духовно-нравственного состояния многих поколений россиян. Это и было предпринято в нашей стране в 90-е гг. XX века. В социальной философии

это называется «аберрация» сознания, поведения, отношения к своей стране, истории, культуре, языку, обычаям, традициям, праздникам и т.д. И переориентация на другие – западные, «общечеловеческие», так называемые «демократические» ценности и культуру. Обозначим основные тенденции, происходящие в данной сфере жизнедеятельности современного российского общества: . 1. Девальвация и искажение героических фактов российской истории.

В последнее десятилетие XX века в российском обществе усиленно проводилась «раскодировка» («манкуртизация» по Ч. Айтматову): большая часть представителей разных поколений разуверились во всех традиционных общественных и гражданских ценностях советского периода и «устыдилась» своей истории и культуры, считая себя «обманутыми». Народ «голпами» валил из рядов КПСС и ВЛКСМ. Молодежь обратилась к чисто утилитарным ценностям, направив все мысли, чувства, желания, поступки, поведение на поиск возможностей для сытой и удобной жизни. Материальные ценности, карьера, успех, «умение жить», идя по головам, не оглядываясь на укоры и осуждения, стали главными руководствами к действию.

2. Разрушение механизма межпоколенческой трансляции патриотических ценностей.

Патриотизм – это механизм, который обеспечивает связь между сотнями поколений, передачу гражданской, нравственной эстафеты, без которой страна будет оголенной и незащищенной, и легко может стать постановочной площадкой для любого сценария очередного «майдана», проплаченного «кукловодами» из Зарубежья. Речь идет об обеспечении безопасности государства и защищенности действующей власти, существования России в будущем. Человек, который лишен чувства патриотизма, является легкой мишенью для ловцов душ, при первой же возможности он продаст не только свои силы и умения, но и богатства своей страны, абсолютно не беспокоясь о ее будущем.

3. Политика двойных стандартов.

Патриотизм должен быть глубоко личным чувством, осознанной позицией человека, наряду с такими общечеловеческими ценностями как порядочность, справедливость, честность, добросовестный труд на благо людей и всего общества. Он должен быть базовой, приоритетной ценностью.

Произошедшее в последние годы значительное усложнение геополитической ситуации, социально-политическая нестабильность, попытки использовать социальные проблемы для дестабилизации политической ситуации внутри страны, обуславливают необходимость значительных усилий для достижения устойчивого повышения политической бдительности и гражданского единства в укреплении и сохранении национальной силы, гордости и мужества страны.

### ***Список литературы:***

1. Свадьбина Т.В., Немова О.А. Адаптация семей к рынку в контексте модернизации российского общества // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2017. № 5 (50). С. 135-141.

## **К ВОПРОСУ АНАЛИЗА ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА**

**Беляева Г.Д., Фарниева И.Т.**

*Саровский физико-технический институт — филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Инновационное развитие является одним из основных условий перехода страны на инновационный путь в целях повышения эффективности и занятия лидерских позиций в технологической модернизации ключевых секторов экономики, определяющих роль и место РФ в мировой экономике.

Инновационная деятельность связана с трансформацией научных исследований и разработок, иных научно-технических достижений в новые или усовершенствованные продукты и услуги, технологические процессы, используемые в практической деятельности.

Очевидно, что реализация государственной политики в сфере инноваций невозможна без активизации инновационной деятельности отдельных хозяйствующих субъектов, для которых она также играет роль важнейшего фактора обеспечения их успеха в обостряющейся конкурентной борьбе.

Инновационная активность организаций во многом определяется необходимостью развития и реализацией их инновационного потенциала. Инновационный потенциал характеризуется как совокупность ресурсов, включающих интеллектуальные, материальные, финансовые, кадровые, инфраструктурные ресурсы. Инновационный потенциал является ключевым элементом в обеспечении эффективного функционирования всех звеньев инновационного процесса и коммерциализации научно-технических достижений.

В этой связи, актуальной проблемой становится необходимость анализа инновационного потенциала, его объективной аналитической оценки и экономической эффективности использования.

Важность анализа заключается в том, чтобы обеспечить систему управления информацией об использовании ресурсов, формирующих потенциал, оценить соответствие инновационных возможностей реализуемым вариантам инновационного развития организации. Эта задача может быть решена при соблюдении принципа системности оценки, как самих инновационных процессов, так и их эффективности.

Предшествовать принятию инвестиционных решений должен предварительный анализ инновационного потенциала, как по текущим, так и по прогнозным значениям. Это обеспечит оценку эффективности использования ресурсов инновационного потенциала, выявление резервов в использовании его составляющих. Результаты анализа обеспечат возможность выбора из альтернативных вариантов инновационного развития более перспективных для осуществляемой инновационной деятельности организации.

Единого мнения в научных публикациях по вопросам анализа и оценки инновационного потенциала нет. Объяснить это можно многогранностью компонентов, составляющих инновационный потенциал и множеством внешних и внутренних факторов, которые на него воздействуют.

Используемые два подхода к оценке инновационного потенциала-детальный, при котором потенциал оценивается с позиции будущей разработки

и реализации отдельных инновационных проектов, и диагностический-ориентирующийся на учёт возможного воздействия на потенциал внутренних и внешних параметров, не исчерпывают проблем оценки потенциала организаций и требуют дальнейшей их разработки.

В докладе определены и предлагаются следующие направления анализа:

- анализ научно-исследовательского потенциала (оценивается эффективность деятельности подразделений, занимающихся разработкой НИОКР);
- анализ эффективности использования материально-технического потенциала (используются расчётные и прогнозные коэффициенты, отражающие эффективность использования различных видов ресурсов, оцениваются формы и эффективность привлечения ресурсов);
- анализ эффективности использования кадрового потенциала (описание компетенций, которые требуются для реализации инновационных проектов организации, какие компетенции есть, как планируется решение проблемы недостающих компетенций, система мотивации);
- анализ эффективности использования финансового потенциала (инвестиционные потребности, схемы возможного финансирования, доступность финансирования);
- анализ эффективности организационно-управленческой деятельности (влияние принимаемых управленческих решений на инновационное развитие организации: увеличение собственного капитала, стоимости бизнеса, конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности).

Предоставленные направления не исчерпывают проблем анализа и оценки инновационного потенциала организаций и требуют дальнейшей их разработки, в том числе с позиций возможных стратегических направлений его роста и развития.

#### ***Список литературы:***

1. Беляева Г.Д. Проблемы становления инновационной экономики в России. Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодёжной научно-инновационной школы. Саров 2020
2. Теребова С.В. Инвестиционный потенциал предприятия: структура и оценка. Научные труды ИПП РАН, 2017.
3. Яковлева Е.А., Козловская З.А., Бойко Ю.В. Оценка инновационного потенциала предприятия на основе стоимостного подхода. Russian Journal of Innovation Economies. Изд-во Креативная экономика. Том 8 №2. Апрель-июнь 2018.
4. [http://www dist-cons.ru](http://www.dist-cons.ru) Как оценить инновационный потенциал организации

## **МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЕ ДИСПРОПОРЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ**

**Фарниева И.Т., Беляева Г.Д.**

*Саровский физико-технический институт — филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В современных условиях социально-экономическое развитие региона рассматривается как направленность на обеспечение сбалансированного

развития субъектов Российской Федерации, сокращение уровня межрегиональной дифференциации в социально-экономическом состоянии регионов и качестве жизни.

Социально-экономическое развитие затрагивает наиболее глубинные процессы экономики предприятия и социальную систему, которые привязаны к конкретным регионам. Оно определяет переход всех общественных отношений к качественно новому состоянию, обеспечивает расширенное воспроизводство, постепенные качественные и структурные положительные изменения экономики, производительных сил, факторов роста и развития, образования, науки, культуры, уровня и качества жизни населения, человеческого капитала через эффективное функционирование субъекта Федерации.

Приведём некоторые примеры межрегиональной диспропорции социально-экономического развития регионов.

Согласно данным рейтинга социально-экономического положения субъектов РФ «РИА Рей-тинг», построенного на основе анализа ключевых показателей регионального развития, можно сделать вывод, что среди ключевых макроэкономических показателей по итогам года рост наблюдался в промышленном секторе, строительной сфере, розничной торговле. При этом темпы роста во всех перечисленных областях на начало 2020 были ниже, чем в 2018 году.

Значения индекса промышленного производства по итогам 2019 года в регионах РФ варьировались от 158,9% в Севастополе до 87,6% в Республике Северная Осетия – Алания, что свидетельствует о высокой степени неравномерности развития регионов. По итогам 2019 года сократилось и количество регионов РФ с позитивной динамикой, более чем на 5% промышленное производство сократилось в Республике Алтай, Республике Дагестан, Республике Калмыкия и в Республике Тыва.

В отраслевом разрезе основными сферами для инвестирования в 2019 году стали добыча полезных ископаемых, транспортировка и хранение, обрабатывающие производства, производство электроэнергии, операции с недвижимостью и телекоммуникации (более 74% суммарного объема инвестиций в основной капитал). Лидерами по темпам роста инвестиций стали Чукотский автономный округ и Республика Бурятия, где показатель увеличился более чем на 40%. Падение объема инвестиций по итогам 2019 года произошло аж в 33 субъектах РФ. Наиболее существенное сокращение отмечается в Магаданской области (-41,9%), в Калининградской области, Республике Крым и Новгородской области – инвестиции в основной капитал снизились более чем на 30%.

Реальные денежные доходы населения в 2019 году выросли в 53 субъектах РФ. Наиболее существенный рост наблюдается в Республике Дагестан (+5,1%), а наиболее существенно из 29 субъектов показатель сократился в Тамбовской области (-4,5%).

Что касается динамики налоговых и неналоговых доходов консолидированных бюджетов лидером по темпу роста является Сахалинская область (+35,1%). Более чем на 20% налоговые и неналоговые доходы выросли в Красноярском крае и в г. Севастополь. Наиболее существенное сокращение произошло в Республике Ингушетия (-13%) и Республике Хакасия (-12,1%).

По результатам рейтинга верхний полюс рейтинга преимущественно занимают крупные финансовые и промышленные центры, а также регионы сырьевой направленности, а последние строчки – регионы, с невысокой степенью индустриализации и преобладанием сельскохозяйственного сектора. К ним относятся: Еврейская автономная область, Республика Тыва, Республика Алтай, Республика Ингушетия, Карачаево-Черкесская Республика. Учитывая глубину негативного влияния на экономику пандемии в целом можно ожидать ухудшения экономических показателей по итогам 2020 года почти всех регионов, что может привести к снижению их рейтинговых баллов в рейтинге.

В целях сглаживания межрегиональных диспропорций и выравнивания социально-экономического положения субъектов, основными приоритетами федеральных и региональных органов власти должны стать:

- наращивание производства продукции с опорой на внутренний спрос и поиском ее внешней реализации, с одновременным развитием транспортно-логистических сетей;
- развитие форм внутриотраслевой координации;
- расширение возможностей импортозамещения и экспорта;
- привлечение иностранных инвестиций в экономику периферийного региона;
- увеличение финансовой помощи малому и среднему бизнесу, ориентированной на развитие его производственного и инновационного потенциала;
- совершенствование форм страхования инвестиций в сфере инноваций и др.

Конечно, помимо естественных причин диспропорции, таких как географическое местоположение региона, различных природно-климатических условий и т.д. важную роль играют и субъективные, а именно - дискриминирующая отдельные регионы государственная политика, неэффективность действующего законодательства, неравная система распределения инвестиций, высокие ставки налогообложения и т.д. Всё это оказывает сильное влияние на эффективность экономики, стратегию и тактику институциональных преобразований и социально-экономическую политику, что, в свою очередь, ведёт к неминуемому упадку всей национально-хозяйственной системы региона в целом.

### ***Список литературы***

1. Региональное управление и территориальное планирование: Учебник / Попов Р. А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016.
2. Саморазвитие регионов как способ реализации экономического потенциала Федоляк В.С. Экономика. Управление. Право. 2017 Т.17 в.4
3. <https://riarating.ru/infografika> Рейтинг социально-экономического положения регионов-2020

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ

Максимова К.А.

*Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,  
г.Н.Новгород*

Математические методы в экономике представляют собой научное направление в экономике, которое направлено на изучение экономических систем и процессов с помощью математических моделей [2].

Математические методы зачастую используются для исследования взаимосвязей между составляющими хозяйственно-экономических систем посредством создания математических моделей. Моделирование позволяет подробно проанализировать интересующую область экономики, прийти к определенным умозаключениям, подтвердить или опровергнуть имеющиеся гипотезы. Развитие высоких технологий привело к тому, что многие расчеты стали автоматизироваться за счет языка программирования, который в свою очередь использует математические алгоритмы.

Математические методы находят свое отражение также в макроэкономическом планировании. Во время разработки решений, касающихся экономической политики в целом могут быть использованы следующие методы: теория игр; факторный анализ; теория вероятностей; методы оптимизации и т.д.

Одним из подразделов экономико-математического моделирования является исследование операций. Данный метод исследования может быть осуществлен посредством многокритериальной оптимизации, управления запасами, теории массового обслуживания, имитации хозяйственно-экономических систем, исследований операций с помощью графиков и др.

Методы оптимизации сосредоточены на поиске экстремальных значений функций, либо максимумов, либо минимумов [1]. На основе полученных данных формируются рекомендации рационализации тех или иных явлений в системах. Теория игр рассматривает конфликтные задачи, где наблюдаются различные противоречия.

Математические методы играют важную роль в анализе динамических процессов в хозяйственно-экономических системах. Фактор времени возможно включить в расчеты только при использовании математического моделирования. Например, теория оптимального управления позволяет разрабатывать планы для производства с учетом дискретной величины времени. Теория вероятностей рассматривает совокупности показателей, как в динамике, так и в статике. Но основная ее задача заключается в поиске закономерностей в случайных событиях.

### ***Список литературы***

1. Борисова Н.А., Кузнецов В.П. Цифровая экономика в России: состояние и перспективы её развития // Теоретическая экономика. 2019. № 3 (51). С. 102-107.
2. Романовская Е.В., Семахин Е.А., Артюшкина Е.Н., Бакулина Н.А. Анализ факторов, влияющих на экономическое развитие России // Московский экономический журнал. 2020. № 11. С. 55.

**АВТОРСКАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА «DATA-КВАНТУМ.  
УГЛУБЛЕННЫЙ МОДУЛЬ» НА ПЛАТФОРМЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ  
ПЛОЩАДКИ ДТ «КВАНТОРИУМ САРОВ»**

**Тихонов М.А., Романова М.Д.**

*Саровский физико-технический институт — филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Детские технопарки «Кванториум» создаются в рамках новой модели детского дополнительного образования в России, предложенной Агентством стратегических инициатив при Правительстве России уже с 2014 года. Их основной задачей является развитие творческого потенциала детей, воспитание будущих высококлассных специалистов в стратегически важных областях российской науки и техники.

Отличительной особенностью является не только обучение детей инженерному образованию, но и проектной деятельности, ТРИЗ (теория решения изобретательских задач), 4К-компетенциям (коммуникация, креативность, командное решение проектных задач, критическое мышление) и решение реальных производственных задач в сопровождении опытных наставников, в том числе представителей научной школы, промышленности и бизнеса.



Рис. 1 Модель компетенций 4К

Программа DATA-квантума в целом состоит из концепции подготовки обучающихся к профессии DATA Scientist – специалист в области обработки больших данных (Big Data) их аналитики и создание прогнозов, на основании этих данных. Основным технологическим инструментом для обработки и прогнозирования являются искусственные нейросети, которые помогают специалистам в области Data Science. Углубленный модуль обучения направлен на знакомство учеников с работой искусственных нейросетей и изучение основ программирования на языке Python для их разработки.

**Список литературы:**

1. Кононова В.Е., Дюпин В.Н., Клепко А.Ю., Иванченко Д.В. Имитационная модель информационно-аналитической системы. // Математика

и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-8 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтат», 2020. – 263-265.

2. Томас Х. Корман Алгоритсы: построение и анализ // MIT Press 1989

3. Дейтел П., Дейтел Х. Python. Искусственный интеллект, большие данные и облачные вычисления. // Питер. 2020.

## **СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ КАРТИНЫ МИРА**

**Широкалова Г.С.**

В последние годы исследователи фиксируют, что поколение Z основную информацию о мире получает из социальных сетей. Среди молодежи до 20 лет 97% ежедневно обращаются к интернету, а в группе от 20 до 30 лет 98% назвали интернет основным источником информации. И хотя респонденты признают необходимость критического отношения к ней, но чаще доверяют интернету, чем ТВ [1, с. 59, 60].

В качестве примера приведем оценку студентами ситуации в Белоруссии осенью 2020 г. События в Белоруссии после выборов президента в августе 2020 г. широко освещались в России и мире. К началу учебного года в российских СМИ преобладала позиция «за Лукашенко», но в зарубежных социальных сетях пропагандировалась точка зрения оппозиции. На занятиях по социологии второкурсникам было предложено проанализировать события в Белоруссии. Из 60 студентов не было ни одного, кто бы поверил в победу Лукашенко на выборах. Приведем некоторые из характеристик, данных студентками. «В стране тяжелый политический кризис и гражданская война. На деле - типичный пример диктаторского режима. Старик, со съехавшей от власти крышей, вцепился зубами в свое президентское кресло, и ни в коем случае не хочет его отдавать. Ради своей цели он готов пойти на самые дикие меры - отдать приказ полиции и ОМОНу открывать огонь по протестующим, бить и убивать людей на улицах, сажать в тюрьму всех, кого захотят. Смотреть на это со стороны страшно и противно. Потому что понимаешь - люди требуют справедливости, им в очередной раз плюнули в лицо, перевернув цифры результатов голосования вверх ногами. ... Теперь давайте подумаем, стал бы человек, который уверен, что победил на выборах честно, бежать из собственной страны в бронезилете? Надеть бронезилет и дать оружие в руки своего малолетнего сына?». «В Белоруссии люди всего лишь отстаивали свое мнение, хотели справедливости, и получили за это гражданскую войну, насилие со стороны правительства. В Белоруссии строгие законы, мнение и свобода людей не учитывается, самое главное – это правительство». «Лукашенко установил в Белоруссии авторитарный режим правления (с использованием административного ресурса на выборах, репрессиями в отношении противников режима, ограничениями свободы СМИ и т. д.)). «Благодаря затянувшемуся протесту белорусы увидели, что лукашизм – это не один человек, а огромная сеть подлых людей (от глав городов до ректоров), борьба с которыми отнимет много сил и времени. Исход событий будет зависеть от того, найдутся ли лидеры, которые действительно смогут

возглавить протестное движение». Лукашенко «буквально присвоил себе титул президента, не желая отдавать его в чужие руки, применяя к этому порой незаконные методы. Страна живет с многочисленными жесткими законами и принципами, ничего не говорит своему народу, утаивает важные действия и полностью игнорирует свободу слова». «Мое отношение к действиям Лукашенко – резко негативное». «Я очень горжусь жителями Беларуси, которые по сей день ходят на митинги, протестуют против власти. Я горжусь Светланой Тихановской, невероятно сильной женщиной, которая стала буквально лицом Белорусской оппозиции. Эти люди заслуживают уважения хотя бы за их огромный патриотизм».

Ни в одном эссе нет анализа последствий прихода к власти оппозиции для Белоруссии, а тем более для России. Проблема рассматривается с позиции зарубежных сетей. События вписываются в картину мира, сформированную в России за последние десятилетия в пользу Запада, как символа свободы, демократии, высокого уровня жизни.

#### **Список литературы:**

1. Коровкина Н.В. Интернет как среда коммуникации и канал социального конструирования гражданской идентичности молодежи: результаты регионального исследования - // Поколение Z в онлайн - пространстве: социальное поведение, ориентации, идентичность /отв. ред. Р.Б. Шайхисламов. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2020. – 386 с.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Шувалов А.А., Кузнецова С.Н.**

*Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,  
г.Н.Новгород*

Развитие кластеров способствует увеличению производительности труда, развитию новых предприятий и созданию новых рабочих мест, содействует росту инновационного потенциала территорий (таблица 1) [1].

Основные показатели развития кластеров в 2020 году при условии получения государственной поддержки: объем отгруженной продукции 1997 млрд руб.; объем налоговых поступлений 138 млрд руб.; валовый территориальный продукт 1100 млрд руб.; производительность труда 2602 тыс. руб./чел.

Таблица 1 – Уровень организационного развития в 2019 году, ед.

Категория	Количество кластеров
Промышленные кластеры, в т.ч.:	44
Высокий уровень	2
Средний уровень	7
Начальный уровень	30

Ожидаемый вклад в экономику в 2030 году: увеличение ВВП на 600 млрд руб./год; создание дополнительно 40 000 рабочих мест.

В исследовании авторы рассматривали формулу для определения перспективы кластеризации предприятий в Российской Федерации.

$$p(x, x') = \sqrt{\sum_i^n (x_i - x'_i)^2}$$

Развитие региональных кластеров имеет положительное значение, создавая новые механизмы инвестиционного и лоббистского взаимодействия регионов. Необходимо стратегическое понимание ключевых технологических и секторальных векторов развития, а также особенностей пространственного развития Российской Федерации. Авторы считают, что должен быть восстановлен умеренный уровень инвестиционной активности в стране.

Существует ряд регионов, где неконтролируемое кластерное развитие создает значимые риски для экономических и политических интересов страны: Северо-Запад России, приграничье с прибалтийскими лимитрофами, прикаспийский Кавказ, регионы Южного Урала и некоторые другие. Актуальной задачей является пространственное развитие и создание технологических цепочек с высоким уровнем добавленной стоимости. Необходимо осуществлять формирование смешанных регионально-отраслевых технологических и инвестиционных цепочек.

Необходимы изменения организационного развития:

- совершенствование инвестиционной составляющей кластеров, создание особых условий инвестирования.
- инвестиции должны стать принципиально новым форматом для амнистии капиталов.
- необходимость сопряжения производственных и технологических кластеров с научно-исследовательской и научно-практической базой.

### ***Список литературы***

1. Kuznetsova S.N., Kuznetsov V.P., Garina E.P., Romanovskaya E.V., Garin A.P. Business model of contract productions. Lecture Notes in Networks and Systems (см. в книгах). 2020. Т. 111. С. 21-29.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЦИКЛИЧНОСТИ И СЕЗОННОСТИ ЧИСЛЕННОСТИ БЕЗРАБОТНЫХ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Юсупова С.М.**

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г.Саратов*

В решении проблемы оценки уровня безработицы и анализа его динамики особое значение имеет выявление общей тенденции и периодических колебаний. Первая задает направление изменений, определяемое комплексом постоянно действующих социально - экономических причин, вторая отражает влияние периодических воздействий.

В рядах динамики можно выделить три важнейшие составляющие колеблемости уровней временного ряда: тренд, периодическую (циклическую и сезонную составляющие) и случайную компоненты. При анализе колеблемости динамических рядов вместе с выделением случайных колебаний возникает задача изучения периодических колебаний. Как правило, изучение

периодических, в том числе сезонных, колебаний необходимо с целью исключения их влияния на общую динамику численности безработных.

При выявлении составляющих динамического ряда используем данные о численности безработных за 2015-2019 гг. Саратовской области по месяцам. С помощью комплекса прикладных программ «Statistica» проведена декомпозиция уровней ряда численности безработных, зарегистрированных в службе занятости Саратовской области. Найдем отклонения трендовых значений от фактической численности безработных, что позволяет выявить циклическую составляющую, которая связана с периодическими и сезонными колебаниями.

Во многих статистических работах при исследовании явлений периодического типа в качестве аналитической формы развития во времени принимается уравнение Фурье. В нашем случае первая гармоника имеет период колебаний 60 месяцев, вторая – 30 месяцев, третья – 20 месяцев. Подставляя полученные с помощью программного комплекса «Statistica» коэффициенты в уравнение ряда Фурье, будем иметь следующую модель периодических колебаний:

$$P(t) = -1,345 * \cos(t) + 1,385 * \cos(2t) - 1,631 * \sin(2t) + 0,403 * \cos(3t) + 0,787 * \sin(3t). \quad (1)$$

Для выявления сезонных колебаний численности безработных будем использовать модель Фурье. В результате быстрого преобразования Фурье выявляем, что уровни, полученные как отклонение тренда от циклической составляющей, имеет одну гармонику с периодом в 12 месяцев. Модель сезонных колебаний (вторая модель Фурье) имеет вид:

$$C(t) = 0,523 * \cos(t) - 0,4379 * \sin(t). \quad (2)$$

Так как все коэффициенты выборочной автокорреляции значимы, то дальнейшее преобразование временного ряда численности безработных не имеет смысла.

В результате исследования было выявлено, что в Саратовской области численность безработных, зарегистрированных в службе занятости, подвержена влиянию сезонности. В летний период численность безработных уменьшается, каждый год уровень численности безработных с мая начинает снижаться или остается на прежнем уровне по август. В осенний период численность безработных увеличивается и достигает своего пика зимой, чаще всего в феврале. По мнению автора, на уменьшение численности безработных в летний период влияет увеличение числа сезонных работ (например, в сельском хозяйстве, строительстве, сфере торговли и так далее).

#### **Список литературы:**

1. Горбачева, Т.Л., Бреев, Б.Д., Жаромский, В.М. Оценка сезонных колебаний и прогноз численности безработных // Вопросы статистики. - 2001. №3. С.47.
2. Романова, Л.Д. Интегральные преобразования: учебное пособие. -Л. Д. Романова, Т. А. Шаркунова, Т. В. Елисеева. –Пенз : Изд-во ПГУ, 2015. –80с.

## **МЕЖДУНАРОДНЫЕ И НАЦИОНАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Маслов С., Мисатюк Е.В.**

*Саровский физико-технический институт — филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Доклад посвящен актуальной на сегодняшний день проблеме обеспечения безопасности использования ядерной энергии, а именно, классификации видов деятельности, способствующих её решению на международном и национальном уровне и построению эмпирической модели, основу которой составляют результаты анализа существующей выборки нормативно-правовых актов Российской Федерации в области обеспечения ЯРБ. Рассмотрены международные и национальные основы ядерной и радиационной безопасности (ЯРБ). Авторы подчеркивают, что ядерная и радиационная безопасность обеспечивается соблюдением норм и правил, которые являются итогом многочисленных научных исследований и учитывают опыт практической деятельности. Исследования в области обеспечения ЯРБ инициируются как в рамках национальных проектов, так и международными организациями, которые объединяют различные страны и отражают интересы этих стран. Полученные данные обсуждаются, систематизируются, проходят дополнительные экспертные оценки, и в итоге вырабатываются рекомендации, методики, руководства и нормативные документы, отражающие все сферы и этапы применения ядерных и радиационных технологий - от добычи урана и транспортирования радиоактивных веществ до использования в медицине и обращения с радиоактивными отходами. На эти международные документы опираются национальные законодательные и надзорные органы, создающие нормативно-правовую базу и организационную структуру обеспечения ядерной и радиационной безопасности в конкретной стране.

В связи с этим, в работе представлена классификация видов деятельности по обеспечению ЯРБ (рис. 1) и построена эмпирическая модель, основу которой составляют результаты анализа существующей выборки нормативно-правовых актов Российской Федерации в области обеспечения ЯРБ, полученных в соответствии с представленной классификацией.

Результатом проведения анализа является массив данных по нормативно-правовым актам Российской Федерации в области обеспечения ЯРБ, представляющий собой эталон, с которым в дальнейшем будут сравниваться подобные данные других стран, обладающих ядерными технологиями.

Эмпирическая модель построена на базе интегрированного пакета Microsoft Excel, включенного в пакет Microsoft Office XP.

Использование данной эмпирической модели, отражающей отдельные черты исследуемой выборки нормативно-правовых актов Российской Федерации в области обеспечения ЯРБ, позволяет яснее увидеть взаимосвязь причин и следствий, быстрее провести поиск необходимой информации, сделать необходимые выводы, принять правильные решения.

В заключении авторы подчеркивают что, в Российской Федерации имеется эффективная законодательная и регулирующая основа, регламентирующая вопросы обеспечения безопасности при использовании

атомной энергии. Эта система "атомного права" постоянно совершенствуется, дополняется новыми законоположениями и нормативными правовыми актами, относящимися к области использования атомной энергии.

*Ключевые слова и фразы:* ядерная и радиационная безопасность, национальные и международные основы ЯРБ, система государственного регулирования общественных отношений в области использования атомной энергии.

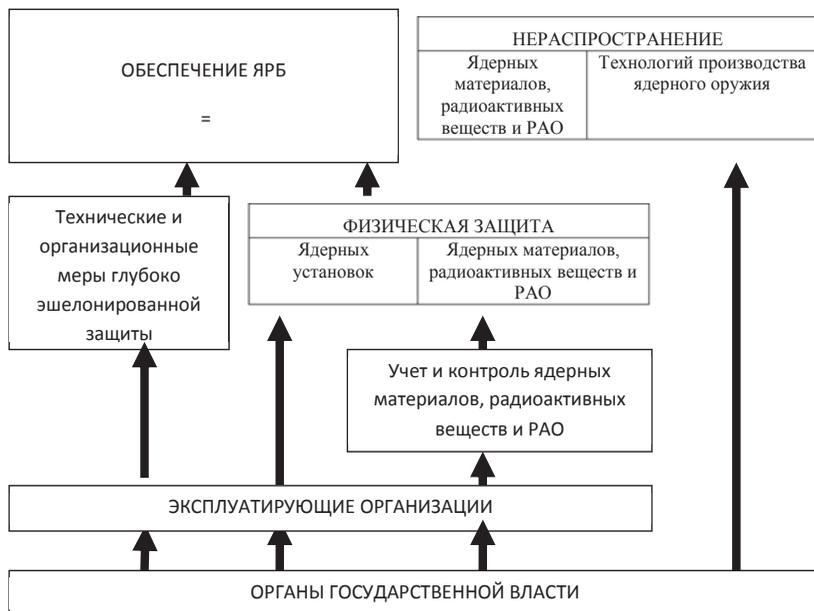


Рис. 1 - Классификация видов деятельности по обеспечению ЯРБ.

### *Список литературы*

1. Основы математического моделирования: учебное пособие / С.В. Звонарев. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 112 с.
2. Конвенция о ядерной безопасности 1994 г. (постановление Правительства Российской Федерации от 20 сентября 1994 г. № 1069).
3. Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ "Об использовании атомной энергии".
4. Федеральный закон от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ "О радиационной безопасности населения".

**СЕКЦИЯ**  
**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИОФИЗИКЕ»**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛОТНОСТИ СТЕКЛОВИДНОГО  
ТЕЛА ГЛАЗА НА ДИНАМИКУ РАСПРОСТРАНЕНИЯ  
ЛЕКАРСТВЕННОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ ИНЪЕКЦИИ**

**Складчиков С.А., Лапонин В.С., Анпилов С.В., Савенкова Н.П.**

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г.Москва*

В современной медицине одним из эффективных способов лечения целого ряда заболеваний, таких как диабетический макулярный отек, тромбоз центральной вены сетчатки, возрастная макулярная дегенерация и других, является введение препаратов в полость стекловидного тела глаза. Поскольку внутри глазного яблока происходит непрерывное течение, старая жидкость вытекает и замещается вновь образующейся, важным параметром качества лечения является время нахождения лекарственного вещества в задней камере глаза. На указанный параметр влияет конкретное место введения активного вещества, внутренняя геометрия внутриглазного пространства и положение стекловидного тела в задней камере глаза, сквозь которое жидкость также может протекать.

В предыдущих работах авторами исследовалось влияние местоположения укола при введении инъекции в случае нормального положения стекловидного тела и в случае его отслоения от задней стенки задней камеры глаза. Результаты исследования показали, что оба исследуемых параметра оказывают значительное влияние на время нахождения лекарства в задней камере глаза.

В настоящей работе авторами исследуется влияние такой характеристики как плотность стекловидного тела на время нахождения лекарственного вещества в рассматриваемой области. Плотность вещества стекловидного тела меняется у человека с возрастом и может различаться вплоть до 30% у молодого и пожилого человека. Столь значительная разница приводит к тому, что данный параметр также может оказывать значительное влияние на выбор способа лечения в конкретном случае.

***Список литературы***

1. Алексеев И.Б., Белкин В.Е., Самойленко А.И. и др. Стекловидное тело. Строение, патология и методы хирургического лечения (обзор литературы) - Новости глаукомы – 2015 - №1(33) – с.12-14.
2. Laponin V. S., Skladchikov S. A., Savenkova N. P. Numerical investigation of wave formation in an annular channel// Computational Mathematics and Modeling. — 2018. — Vol. 29, no. 1. — P. 96–101.
3. V. L. Bychkov, S. V. Anpilov, N. P. Savenkova et al. On modeling of “plasmoid” created by electric discharge // Journal of Physics: Conference Serie. s. — 2018. — Vol. 996. — P. 012012–012012.
4. V. S. Laponin, S. A. Skladchikov, N. P. Savenkova, V. V. Novoderezhkin. Investigating the causes of glaucoma: Mathematical modeling of the hydrodynamics of fluid outflow through schlemm’s canal// Computational Mathematics and Modeling. — 2018. — Vol. 29, no. 2. — P. 146–152.

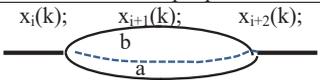
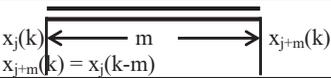
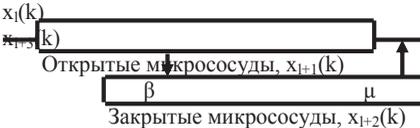
5. R. N. Kuzmin, V. V. Novoderegkin, N. P. Savenkova, S. A. Skladchikov .  
 Mathematical modeling of fluid flow in thin layer on eye surface // Engineering  
 Physics. — 2014. — no. 3. — P. 47–53.

### МАРКОВСКАЯ ЦЕПЬ ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ КРОВИ ПО СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЕ (ССС)

Кислухин В.В.<sup>1</sup>, Кислухина Е.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО Медисоник; <sup>2</sup>ГБУЗ НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, г.Москва

**Введение.** Есть проблемы, связанные с движением веществ растворенных в крови. Это лекарства, которые должны достичь органа-мишени в разумное время, это мочевины, очистка от которой идет на гемодиализе, это азот, замедленное выведение которого ведет к кессонной болезни. Это задачи о движении крови и растворенных в ней частиц. Романовский В.И. [1] предложил, при описании движения крови, рассматривать ССС как замкнутый ориентированный граф, в котором ориентация задается течением крови. Структура графа определяется анатомией ССС. **Метод.** Для составления уравнений движения крови выделяются три типа ребер с различным движением крови. Это (а) сердечные камеры, где за сердечный цикл кровь смешивается с имеющейся в камере, и часть крови выходит в следующую камеру или сосуд, (b) транспортные сосуды, которые кровь проходит поступательно и (с) сосуды микроциркуляции, где кровь движется не регулярно, стохастически. Сокращения сердца задают время. Уравнения движения по ребрам приведены в таблице. Уравнения для микроциркуляции выводятся из следующих фактов: (1) В покое открыта (течет кровь) малая часть микрососудов, от 3% мышцы до 30% мозг. Число открытых микрососудов определяет кровоток [2]. (2) Микрососуды, открытые сейчас, закрываются и открываются другие микрососуды. Происходит миграция «открытости» по ткани [3]. Для времени в сердечных циклах многие процессы одинаковы для мышеч и китов [4].

Уравнения движения индикатора по ребрам	Коэффициенты уравнений
 <p> <math>x_i(k); \quad x_{i+1}(k); \quad x_{i+2}(k);</math>  <math>x_{i+1}(k+1) = x_i(k) + a \cdot x_{i+1}(k);</math>  <math>x_{i+2}(k+1) = b \cdot x_{i+1}(k);</math> </p>	$a + b = 1$ $a$ – относительный ударный выброс $b$ – относительный остаточный объем
 <p> <math>x_j(k); \quad x_{j+m}(k)</math>  <math>x_{j+m}(k) = x_j(k-m)</math> </p>	$m$ – число ребер в сосуде Отсутствует продольная диффузия
 <p> <math>x_i(k); \quad x_{i+1}(k); \quad x_{i+2}(k)</math>                      Открытые микрососуды, <math>x_{i+1}(k)</math>                      Закрытые микрососуды, <math>x_{i+2}(k)</math> </p>	$\alpha + \beta = 1; \beta$ – фракция капилляров, закрывающаяся за сердечный цикл $\mu + \nu = 1; \mu$ – фракция капилляров, открывающаяся за сердечный цикл $R = \beta + \mu$ – скорость вазомоций (скорость блуждания «открытости» по ткани)
$x_{i+1}(k+1) = x_i(k);$ $x_{i+2}(k+1) = \nu \cdot x_{i+2}(k) + \beta \cdot x_{i+1}(k)$	

$x_{i+3}(k+1) = \alpha \cdot x_{i+3}(k)$
--

**Результаты.** Графу ССС соответствует транспортная матрица. Эта матрица задает преобразование  $X(k)$  вектора распределения частиц по ребрам графа ССС на время  $k$ ,  $\{x_1(k), x_2(k), \dots, x_N(k)\}$ . Спектральный анализ, нахождение собственных чисел и векторов, показывает, что при появлении тканей с малым  $R$  возникает задержка в доставке/удалении метаболитов. Клетки ткани с малым  $R$  распадаются на две группы: (а) находящиеся рядом с перфузируемыми капиллярами и (б) клетки, получающие/отдающие метаболиты диффузией от клеток первой группы. **Выводы.** Низкая вазомоторная активность гладких мышц микрососудов в тканях ведет к задержке выведения мочевины при гемодиализе (rebound), доставки лекарств и кессонной болезни.

### *Список литературы*

1. Романовский В.И. “Конечные цепи Маркова”, Москва, 1949.
2. Krogh A: The Anatomy and Physiology of Capillaries. New York: Hafner Publishing CO; 1959
3. Zweifach BW: Functional Behavior of the Microcirculation. Springfield, Illinois, U.S.A. 1961
4. Шмидт-Ниельсен К. Размеры животных: почему они так важны? Москва, МИР, 1987.

## **АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ РЕЦЕПТОРОВ NMDA В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ГИППОКАМПА**

**Аксенова С.В.<sup>1</sup>, Батова А.С.<sup>1,2</sup>, Бугай А.Н.<sup>1,2</sup>, Душанов Э.Б.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Объединенный институт ядерных исследований*

<sup>2</sup>*Государственный университет «Дубна»*

Инотропные рецепторы N-метил-D-аспартат (NMDAR) играют важную роль в формировании синаптической пластичности, являющейся основой процессов обучения и формирования различных видов памяти, а также функционально связаны с различными неврологическими расстройствами, такими как эпилепсия, болезнь Паркинсона, Альцгеймера, Хантингтона [1, 2]. Целью настоящей работы является изучение свойств синаптических рецепторов с различным составом субъединиц и исследование их влияния на функционирование нейронных сетей мозга. Разработанный вычислительный подход позволяет произвести анализ различных структур NMDAR, оценить их электрофизиологические свойства на примере модели нейронной сети гиппокампа [3] и воспроизвести паттерны ЭЭГ.

Ранее проведенные исследования с применением предложенного подхода [4] показали влияние мутаций на активацию ионного канала NMDAR. Полученные результаты совпадают с экспериментальными показателями.

Было проведено молекулярно-динамическое моделирование активации ионного канала различных типов NMDAR (GluN1/GluN2A, GluN1/GluN2B, GluN1/GluN2A/GluN2B). Проводимость ионного канала вычислялась по данным, полученным с помощью пакета HOLE, а также исходя из анализа связывания ионов магния. Анализ полученных структур позволил определить изменение проводимостей ионного канала. Полученные данные

использовались в модели нейронной сети гиппокампа с рецепторами AMPA, GABA и различными типами NMDAR. Для изучения поведений нейронной сети применялся пакет NEURON [5]. Изучение сетевой активности нейронов с различными типами NMDAR выявило незначительные изменения проводимости ионного канала и локального потенциала в зависимости от субъединиц, входящих в состав рецептора. В случае модели GluN1/GluN2A и тригетеромера GluN1/GluN2A/GluN2B NMDA-рецептора наблюдалось падение амплитуды тета- и возрастание амплитуды гамма-частотных диапазонов по сравнению с нативными формами NMDA-рецептора.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 17-29-01007) и ОМУС ОИЯИ (грант № 21-702-01).

### **Список литературы**

1. Dingledine R., Borges K., Bowie D., and Traynelis S. F. // *Pharmacological Reviews*, vol. 51, No 1, 1999, p. 7-62.
2. Collingridge G. L., Volianskis A., Bannister N., France G., Hanna L., Mercier M., Tidball P., Fang G., Irvine M. W., Costa B. M., Monaghan D. T., Bortolotto Z. A., Molnár E., Lodge D., and Janea D. E. The NMDA receptor as a target for cognitive enhancement. // *Neuropharmacology*, vol. 64, 2013, p. 13-26.
3. Neymotin SA, Lazarewicz MT, Sherif M, Contreras D, Finkel LH, Lytton WW. Ketamine disrupts theta modulation of gamma in a computer model of hippocampus // *J. Neurosci.* vol. 31., 2011, 11733–11743.
4. Batova A.S., Bugay A.N., Dushanov E.B. Effect of mutant NMDA receptors on oscillations in a model of Hippocampus // *Journal of Bioinformatics and Computational Biology.* vol. 17, No 01, 2019.
5. Hines M.L., Carnevale N.T. The NEURON simulation environment // *Neural Comput.* vol. 9, 1997, p. 1179-1209.

## **МОДЕЛЬ РЕГУЛЯЦИИ ОБМЕНА ЛИПИДОВ В АДИПОЦИТАХ**

**Чистякова Ю.А., Киселева Д.Г., Денисов Д.А., Плюснина Т.Ю.**

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г.Москва*

Нарушение обмена липидов провоцирует развитие таких тяжелых заболеваний, как атеросклероз, ожирение, сахарный диабет и многих других, связанных с нарушением метаболизма. Одной из важных стратегий, направленных на предотвращение этих заболеваний, является подбор оптимального сочетания жиров, белков и углеводов, содержащихся в поступающей в организм пище. Существуют различные диеты, позволяющие снизить риск развития метаболических болезней. Такие диеты как правило подбираются эмпирическим путем.

Активно развивающееся в последнее время математическое моделирование нарушений метаболизма направлено как на составление оптимально сбалансированных диет, адаптированных к особенностям организма, так и на понимание механизмов регуляции метаболизма, выявление узких мест в процессах образования и распада липидов в жировой ткани. Модели липидного обмена, построенные одними авторами, часто используются в качестве базовых для дальнейшего развития моделей в работах

других авторов. Так в работах [1, 2] были предложены модели адипоцитов, в которых учитывались метаболические процессы, включающие транспорт триглицеридов и глюкозы в клетку, последующее образование жирных кислот и глицерола и ресинтез триглицеридов в клетке с образованием жирового депо. В работе [3] описанные процессы были объединены и дополнены более детальным описанием реакций глицерола, что позволило авторам объяснить экспериментально наблюдаемую динамику метаболитов.

В данной работе метаболические пути, описанные в [3], были дополнены важным метаболическим путем окисления жирных кислот до низкомолекулярных соединений (бета-окислением), являющимся одним из основных поставщиков энергии для организма. Модель была также дополнена описанием регуляции процессов гормонами - инсулином и глюкагоном. Модель представляет собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений, в которой скорости реакций описаны по типу уравнения Михаэлиса-Ментен. Исследование модели показало, что в ней реализуется положительная обратная связь, приводящая к возникновению автоколебательного режима, играющего, по-видимому, значительную роль в регуляции уровня жирных кислот в крови. С помощью модели были симулированы диеты с различным содержанием жиров и углеводов и различным интервалом приема пищи для организма в норме и с нарушенным метаболизмом. Результаты моделирования показали, что изменение интервала между приемами пищи не влияет на уменьшение жирового депо, более того, долгие периоды голодания могут приводить даже к накоплению жира при возвращении к обычным интервалам приема пищи.

#### ***Список литературы:***

1. Sips FLP, Nyman E, Adiels M, Hilbers PAJ, Strålfors P, van Riel NAW, Cedersund Gunnar. Model-Based Quantification of the Systemic Interplay between Glucose and Fatty Acids in the Postprandial state. PLoS ONE. 2015; 10(9).
2. Jelic K, Hallgreen CE, Colding-Jørgensen M. A Model of NEFA Dynamics with Focus on the Postprandial state. Ann Biomed Eng. 2009; 37: 1897.
3. O'Donovan SD, Lenz M, Vink RG, Roumans NJT, de Kok TMCM, Mariman ECM, et al. (2019) A computational model of postprandial adipose tissue lipid metabolism derived using human arteriovenous stable isotope tracer data. PLoS Comput Biol 15(10).

### **МОДЕЛЬ РОСТА ДЕРЕВА В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ**

**Чистякова Ю.А., Плюснина Т.Ю., Хрущев С.С.**

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г.Москва*

Деревья в урбанизированной среде выполняют множество различных функций, поэтому изучение закономерностей их роста очень важно. Из эмпирических наблюдений известно, что после высадки саженцев из питомника в условия города часть из них погибает. Целью нашей модели было предположить причины, по которым это может происходить.

Наша модель была построена на основе модели роста дерева И.А. Полетаева, которая была основана на допущении об балансе энергетических

потоков, идущих через дерево [1]. В уравнение был введен дополнительный член, характеризующий затраты энергии дерева на всасывание корнями почвенного раствора. Для описания геометрии кроны и корневой системы были использованы фрактальные размерности  $2 < m, n < 3$ .

Было обнаружено, что модель имеет три особые точки: тривиальное решение в нуле, неустойчивое стационарное состояние (нижняя граница) и устойчивое стационарное состояние (верхняя граница – максимальный радиус ствола дерева). Если в момент пересадки в городские условия саженец имеет радиус ствола меньше нижней границы, он погибает. Если его радиус больше нижней границы – он выживает и растет, достигая верхней границы. Модель была верифицирована с использованием экспериментальных данных, взятых из литературы. Модельная кривая хорошо аппроксимировала экспериментальные данные.

В качестве основного антропогенного фактора, действующего на дерево, было выбрано влияние выхлопных газов. Было принято, что антропогенное воздействие снижает активность фотосинтеза. Было обнаружено, что воздействие антропогенного фактора снижает значение верхней границы, повышает значение нижней границы и снижает скорость роста дерева.

#### **Список литературы:**

1. Полетаев И.А.// Проблемы кибернетики, т. 16, 1966, с. 171–190.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БЕЛКОВЫХ СТРУКТУР С СОЛЯМИ МЕТАЛЛОВ В ВОДНОМ ОКРУЖЕНИИ**

**Наумов А.А., Пластун И.Л., Бокарев А.Н., Захаров А.А.**

*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина  
Ю.А., г.Саратов*

Биогенные наночастицы благодаря их высокой степени биосовместимости и малым размерам широко используются в биофизике и медицине: они находят своё применение как фотолюминесцентные квантовые точки для прижизненной визуализации различных биопроцессов, могут служить основой для адресной доставки и удержания в клетках высокотоксичных лекарственных препаратов. Важным моментом, позволяющим усовершенствовать процесс получения подобных наночастиц, является изучение механизмов их биосинтеза.

Механизмы межмолекулярного взаимодействия, возникающего в ходе бактериального синтеза наночастиц сульфидов серебра и цинка при помощи бактерий *Bacillus subtilis* 168 [1], исследуются методами квантовохимического моделирования. Было рассмотрено взаимодействие белка флагеллина, осаждающегося на поверхности наночастиц в ходе биосинтеза, с солями рабочих растворов. Исследование проводилось на основе расчета молекулярных структур и ИК спектров образующихся комплексов и анализа параметров образующихся водородных связей. Объекты рассмотрения -

нестандартная аминокислота метиллизин из состава флагеллина, отвечающая за обволакивающие свойства белковой структуры, и соли рабочих растворов: нитрат серебра и тиосульфат натрия (для сульфида серебра) и хлорид цинка и сульфат натрия (для сульфата цинка) в окружении водного кластера. Молекулярное моделирование проводилось методами теории функционала плотности (ТФП) с функционалом B3LYP и базисным набором LANL2DZ с использованием программного комплекса Gaussian 09. Сила образовавшихся водородных связей оценивалась по длине водородного мостика и сдвигу частоты валентных колебаний О-Н связей в ИК-спектрах молекулярного комплекса относительно ИК-спектра отдельных молекул. На рис. 1 цифрами показаны валентные колебания Н-связей метиллизина, участвующих в водородном связывании, и соответствующие им пики на ИК спектре.

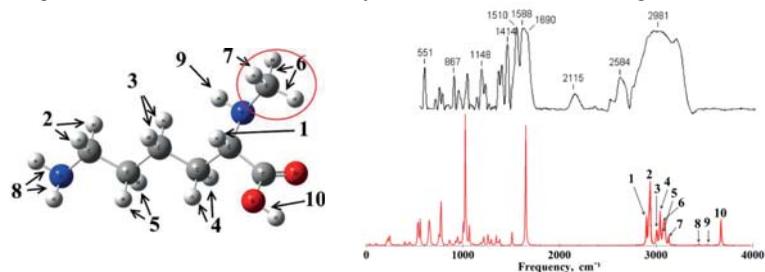


Рис. 1 Рассчитанная структура (слева) и ИК спектр метиллизина (вверху – эксперимент, внизу – расчёт).

Было обнаружено, что метиллизин образует достаточно устойчивые молекулярные комплексы с солями рабочих растворов в окружении водного кластера, о чем свидетельствует образование многочисленных связей средней силы.

### ***Список литературы***

1. Журавлева О.А., Воейкова Т.А., Кедик С.А., Грицкова И.А., Гусев С.А., Ретивов В.М., Кожухова Е.И., Дебабов В.Г. Перспектива применения биогенных квантовых точек наночастиц сульфидов серебра, кадмия и цинка для создания полимерных нанокомпозитных материалов // Тонкие хим. технологии. 2019. –Т.14 вып.3. с.50-59.

## **МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОЧАСТИЦ СУЛЬФИДОВ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ БАКТЕРИАЛЬНОГО СИНТЕЗА**

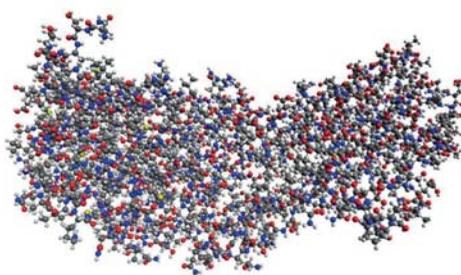
**Пластун И.Л., Жулидин П.А., Филлин П.Д.**

*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина  
Ю.А., г.Саратов*

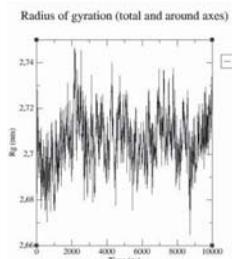
Одним из перспективных для биофотоники и медицины материалов, используемых для диагностики и таргетной терапии онкологических заболеваний, являются наночастицы сульфидов металлов. Особенностью получения наночастиц сульфида цинка методом биосинтеза [1] с

помощью бактерий *Bacillus subtilis* 168 является то, что единственным белком, участвующим в процессе синтеза и адсорбирующимся на поверхности частиц, является белок флагеллин. Флагеллин присутствует в жгутиках бактерий, обуславливая их подвижность за счёт уникальных свойств этого белка, способного самоорганизовываться в полые цилиндрические структуры.

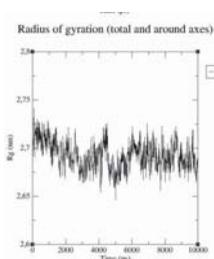
Методами молекулярной динамики с помощью программного комплекса GROMACS было исследовано поведение флагеллина в водном растворе в присутствии ионов хлора и цинка, присутствующих в солях рабочих растворов и играющих ведущую роль в получении наночастиц сульфата цинка. При помощи программного комплекса Avogadro была рассчитана молекулярная структура флагеллина из состава *Bacillus subtilis* 168. Эта структура показана на рисунке 1а. Последовательность аминокислот взята из международной базы белков RCSB PDB. Исследовалась динамика молекулы флагеллина на основе анализа среднего радиуса инерции и распределения заряда. Обнаружено, что в растворе с ионами хлора и цинка средний радиус инерции постепенно снижается, что говорит о постепенном скручивании и обволакивании. Зависимость радиуса инерции от времени до и после внесения ионов цинка показана на рис. 1б,в.



(а)



(б)



(в)

Рис. 1 Расчитанная молекулярная структура флагеллина (а) и радиус инерции флагеллина (б,в) в присутствии ионов хлора (б) и ионов хлора и цинка (в)

Видно, что в присутствии ионов цинка радиус инерции флагеллина существенно уменьшается, что говорит о понижении подвижности молекулы, вызванной возникновением электростатического взаимодействия на основе водородных связей между ионами цинка и аминокислотами флагеллина, что способствует образованию наночастиц сульфата цинка.

#### **Список литературы**

1. Журавлева О.А., Воейкова Т.А., Хаддаж М.Х., Булушова Н.В., Исмагулова Т.Т., Бахтина А.В., Гусев С.А., Грицкова И.А., Лупанова Т.Н., Шайтан К.В., Дебабов В.Г. Бактериальный синтез наночастиц сульфидов кадмия и цинка. Характеристика и перспектива их применения. //Молекулярная генетика, микробиология, вирусология. 2018, т. 36. № 4. С. 191–198.

### **ПОВЕДЕНИЕ НЕРВНО-СОСУДИСТОЙ ЕДИНИЦЫ ВО СНЕ ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ СНИЖЕНИЕМ КАЛЬЦИЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В АСТРОЦИТАХ**

**Лошкарев Р.И., Постнов Д.Э.**

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
имени Н. Г. Чернышевского, г.Саратов*

Понятие нервно-сосудистая единица (НСУ) используется для обозначения клеток и механизмов их связей, которые обеспечивают авторегуляцию кровоснабжения в паренхиме мозга. Поведение НСУ отличается при сравнении состояния бодрствования и естественного сна. Мы представляем модельное исследование, направленное на оценку различий в функционировании нервно-сосудистой единицы между состояниями сна и бодрствования с использованием многомерной количественной математической модели. Модель содержит 69 обыкновенных дифференциальных уравнений и более 300 параметров.

Наши результаты предсказывают, что связь и взаимодействие между астроцитом и кровеносным сосудом уменьшаются во время естественного сна. Мы также показываем, что процессы  $Ca^{2+}$  в астроцитах снижаются во время сна в НСУ.

А именно, мы показываем, что увеличенный объем внеклеточного пространства, характеризующийся состоянием сна, сокращает  $Ca^{2+}$  процессы в астроцитах примерно в два раза и нервно-сосудистая связь немного ослабевает, что приводит к несколько более медленной и ослабленной реакции кровеносных сосудов.

#### **Список литературы:**

1. L. Bojarskaite, D. M. Bjørnstad, K. H. Pettersen, C. Cunen, G. H. Hermansen, K. S. Abjørsbråten, A. R.Chambers, R. Sprengel, K. Vervaeke, W. Tang, R. Enger, and E. A. Nagelhus, “Astrocytic  $ca^{2+}$  signaling is reduced during sleep and is involved in the regulation of slow wave sleep,”Nature Communications11, July2020

2. L. Xie, H. Kang, Q. Xu, M. J. Chen, Y. Liao, M. Thiyagarajan, J. O’Donnell, D. J. Christensen, C. Nicholson, J. J. Iliff, et al., “Sleep drives metabolite clearance from the adult brain,”science 342(6156), pp. 373–377,2013.

3. H. Farr and T. David, “Models of neurovascular coupling via potassium and eet signalling,” *Journal of theoretical biology* 286, pp. 13–23, 2011.
4. A. Kenny, M. J. Plank, and T. David, “The role of astrocytic calcium and trpv4 channels in neurovascular coupling,” *Journal of computational neuroscience* 44(1), pp. 97–114, 2018.
5. N. Hübel and G. Ullah, “Anions govern cell volume: a case study of relative astrocytic and neuronal swelling in spreading depolarization,” *PLoS one* 11(3), p. E0147060, 2016.
6. K. Dormanns, E. van Disseldorp, R. Brown, and T. David, “Neurovascular coupling and the influence of luminal agonists via the endothelium,” *Journal of theoretical biology* 364, pp. 49–70, 2015.
7. K. Dormanns, R. Brown, and T. David, “The role of nitric oxide in neurovascular coupling,” *Journal of theoretical biology* 394, pp. 1–17, 2016.

## **ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИТЕЛО-ЗАВИСИМОГО УСИЛЕНИЯ ИНФЕКЦИИ ПРИ SARS-COV 2**

**Болдова А.Е.<sup>1</sup>, Коробкина Ю.Д.<sup>1</sup>, Нечипуренко Ю.Д.<sup>2</sup>, Свешникова  
А.Н.<sup>1,3,4,5</sup>**

*<sup>1</sup>Центр теоретических проблем физико-химической фармакологии РАН,  
<sup>2</sup>Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН, <sup>3</sup>Московский  
государственный университет им. М. В. Ломоносова, <sup>4</sup>ФНКЦ ДГОИ им.  
Дмитрия Рогачева, <sup>5</sup>Первый Московский государственный медицинский  
университет им. И.М. Сеченова*

Антитело-зависимое усиление инфекции (АЗУИ) – явление, при котором выработанные или предсуществующие антитела оказывают отрицательное влияние на течение болезни, способствуя проникновению патогена в клетки иммунной системы и их заражению. Данный эффект наблюдался для различных вирусов, таких как вирус гриппа, денге, а также альфа- и бета-коронавирусов [1, 2].

Целью настоящей работы является теоретическое исследование и выявление ключевых факторов для возможности возникновения АЗУИ при Sars-CoV-2.

На основе существующих экспериментальных данных о динамике вирусной нагрузки и антительном ответе у пациентов с Sars-CoV-2 нами была разработана математическая модель, представляющая собой систему дифференциальных и алгебраических уравнений. Вирусные частицы могут заражать здоровые пневмоциты и размножаться в них. В рамках данной модели мы предположили, что после взаимодействия с патогеном происходит активация антиген-презентирующих сайтов – условных областей во вторичных лимфоидных органах, в которых происходит взаимодействие вирусного эпитопа и В-клеток. В результате В-клетки начинают активно пролиферировать и дифференцировать в продуцирующие антитела плазматические клетки и В-клетки памяти. Свободные и связанные с антителами вирусные частицы захватываются макрофагами и выводятся из организма посредством механизмов иммунной системы, в том числе за счет поглощения макрофагами. Для моделирования АЗУИ мы предположили, что

макрофаг может быть инфицирован с вероятностью  $p$  при поглощении комплекса антиген-антитело. Интегрирование производилось методом LSODA с помощью программного обеспечения COPASI.

В рамках построенной модели нам удалось описать экспериментальные данные по вирусной нагрузке и концентрации антител у пациентов с Covid-19, полученные из литературы. Были выделены две группы пациентов, отличающихся динамикой вирусной нагрузки: в первом случае концентрация патогена сначала увеличивается, достигая максимального значения на 3-5 день после заражения, после чего происходит ее постепенный спад; во втором случае вирусная нагрузка монотонно убывает с начала заболевания. С помощью данной модели также было показано, что возможная тяжесть заболевания, обусловленная возможным возникновением АЗУИ, зависит от начального уровня антител, клеток памяти, а также количества макрофагов, рекрутируемых в очаг воспаления, и их активности. Напротив, константа диссоциации комплекса антиген-антитело оказывает достаточно слабое влияние и становится существенной только при достаточно большом уровне антител ( $A_b > 10^{10}$  Ед/мл), причем если их концентрация лежит в диапазоне  $10^{10}$ - $10^{13}$  Ед/мл, пик вирусной нагрузки увеличивается с уменьшением  $K_d$ , и, напротив, при уровне антител  $10^{14}$ - $10^{15}$  Ед/мл пик концентрации вируса тем меньше, чем меньше константа диссоциации комплекса антиген-антитело.

Таким образом, на основании построенной математической модели нам удалось определить условия для возникновения АЗУИ при короновирусной инфекции, а также исследовать влияние концентрации преобладающих антител и константы диссоциации комплекса антиген-антитело на течение болезни. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Лондонского Королевского Общества № 20-51-10005

### ***Список литературы***

1. Katzelnick et al. Antibody-dependent enhancement of severe dengue disease in humans. Science. 2017 Nov 17; v.358, pp. 929-932;
2. Wen Shi Lee et al. Antibody-dependent enhancement and SARS-CoV-2 vaccines and therapies. Nature Microbiology(2020), v.5, pp.1185–1191;

## **МОДЕЛЬ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ГЛИКОПРОТЕИНОВ-VI ПРИ АКТИВАЦИИ ТРОМБОЦИТА**

**Степанян М.Г.<sup>1,2</sup>, Мартъянов А.А.<sup>1,3</sup>, Свешникова А.Н.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> *Центр теоретических проблем физико-химической фармакологии РАН,*

<sup>2</sup> *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,*

<sup>3</sup> *Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Д. Рогачева*

**Введение.** Известно, что кластеризация рецепторов на плазматической мембране может управлять активацией клетки. Так, на примере рецептора CLEC-2 было показано, что замедление кластеризации приводит к замедлению активации тромбоцита и ослаблению её степени [1]. Схожим по многим параметрам сигнального каскада с рецептором CLEC-2 является тромбоцитарный рецептор-гликопротеин VI (GPVI), однако его значимость для

организма значительно выше. GPVI активируется и мультимеризуется коллагеном субэндотелиального матрикса и его аналогами (CRP). Также существуют данные об активации фибрином и фибриногеном в тромбах, однако эти лиганды могут связываться только с мономерным GPVI [2]. Ингибирование кластеризации GPVI приводит к уменьшению функциональных ответов клетки [3].

**Цель.** При помощи математической модели предсказать влияние различных лигандов GPVI на активацию тромбоцита, оценив её при помощи изменения концентрации внутриклеточного кальция.

**Методы.** Механизмы кластеризации исследовались с помощью математической модели, описывающей схему биохимических реакций каскада активации тромбоцита от GPVI. Изменение концентрации ионов кальция в цитозоле тромбоцита при активации различными лигандами рассматривалось как «выход» модели. Кластеризация рецепторов описывалась в приближении существования различий мономер-кластер, аналогично [4]. Интегрирование соответствующей системы обыкновенных дифференциальных уравнений проводилось методом LSODA, реализованным в Python 3.8.

**Результаты.** С помощью анализа чувствительности построенной модели было показано, что параметры кластеризации для различных лигандов, полученные на основе экспериментальных данных [5, 6], значительно влияют на ответ модели. Так, модель предсказывает, что фибрин(оген) не вызывает достаточную активацию тромбоцитов, в то время при всех физиологических концентрациях коллагена наблюдается значительная активация, приводящая к осцилляциям концентрации кальция в цитозоле. Этот результат остается справедливым при всех физиологических значениях неизвестных параметров.

**Выводы.** Таким образом можно заключить, что кластеризация рецепторов GPVI позволяет тромбоциту различать разные лиганды данного рецептора. Работа поддержана грантом РФФ 21-74-20087.

### ***Список литературы***

1. Martyanov A.A. et al. Control of Platelet CLEC-2-Mediated Activation by Receptor Clustering and Tyrosine Kinase Signaling. *Biophys J.* 2020 Jun 2;118(11):2641-2655.
2. Alshehri O.M. et al. Fibrin activates GPVI in human and mouse platelets. *Blood.* 2015 Sep 24;126(13):1601-8.
3. Jiang P. et al. Inhibition of Glycoprotein VI Clustering by Collagen as a Mechanism of Inhibiting Collagen-Induced Platelet Responses: The Example of Losartan. 2015; *PLoS ONE* 10(6): e0128744.
4. Garzon Dasgupta A.K. et al. Development of a Simple Kinetic Mathematical Model of Aggregation of Particles or Clustering of Receptors. *Life* **2020**, *10*, 97
5. Slater A. et al. Does fibrin(ogen) bind to monomeric or dimeric GPVI, or not at all? *Platelets.* 2019;30(3):281-289.
6. Poulter N.S. et al. Clustering of glycoprotein VI (GPVI) dimers upon adhesion to collagen as a mechanism to regulate GPVI signaling in platelets. *JTH.* 2017;15(3):549-564.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПОВРЕЖДЕНИЯ НЕРВНЫХ КЛЕТОК ПРИ ДЕЙСТВИИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ**

**Баярчимэг Л., Батмунх М., Бугай А.Н.**

*Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна*

При планировании лучевой терапии опухолей головного мозга с использованием пучков ускоренных заряженных частиц, такими как протоны или ионы углерода необходимо оценивать и прогнозировать негативные эффекты воздействия излучений на здоровые ткани, прежде всего на структуры центральной нервной системы (ЦНС). Это также даст вклад в решение проблемы рисков радиационного воздействия на организм космонавтов при реализации космических полётов к Марсу и другим планетам Солнечной системы. Ясно, что глубокое понимание основных механизмов повреждения нейронов и других клеток ЦНС при воздействии тяжёлых заряженных частиц невозможно без широкого использования фундаментальных представлений современной физики и методов математического (компьютерного) моделирования [1]. Целью настоящего исследования является смоделировать процессы деградации дендритных ветвей и шипиков нейронов, уменьшения их количества в результате действия тяжелых заряженных частиц. С помощью моделирования методом Монте-Карло [2] были получены фундаментальные данные о микроскопическом распределении поглощенной дозы и продуктов радиолиза воды в основных мишенях отдельных нейронов с реальной морфологией, и о формировании первичных молекулярных повреждений различной природы при прохождении заряженных частиц через клетку. Для определения морфологических изменений в структурах нейронах и дендритных шипиков после облучения выполняются дендритный анализ ветвления и анализ Sholl. Анализ результатов показывает, что уменьшение количества дендритных шипиков – приблизительно в 35, 268 и 524 после прохождения протонов, ионов углерода и железа с дозой 10 сГр.

### ***Список литературы***

1. Optimized neuron models for estimation of charged particle energy deposition in hippocampus / M. Batmunkh, S. V. Aksenova, L. Bayarchimeg, A.N. Bugay, O.Lkhagva, // Phys. Med. 2019. — Vol. 57. — P. 88–94.– DOI: 10.1016/j.ejmp.2019.01.002.
2. Evaluation of radiation-induced damage in membrane ion channels and synaptic receptors / L. Bayarchimeg, A. Bugay, M. Batmunkh, O. Lkhagva // Physics of Particles and Nuclei Letters. — 2019. — Vol. 16, — P. 54–62. — DOI: 10.1134%2FS1547477119010059.

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕЙРОГЕНЕЗА ВЗРОСЛЫХ С УЧЁТОМ ПОПУЛЯЦИИ ЗРЕЛЫХ НЕЙРОНОВ**

**Глебов А.А., Колесникова Е.А., Бугай А.Н.**

*Объединённый институт ядерных исследований, г. Дубна*

Основными факторами радиационно-индуцированного уменьшения числа новообразованных нейронов в зубчатой извилине гиппокампа являются

гибель предшественников нейронов и нарушение регуляции нейрогенеза взрослых. Нарушение регуляции нейрогенеза связано с формированием долговременной воспалительной реакции в микроокружении нервных стволовых клеток в ответ на излучение. Это приводит к тому, что нервные стволовые клетки начинают преимущественно производить глиальные, а не нейрональные типы клеток. Совокупный эффект гибели предшественников нейронов и нарушения регуляции нейрогенеза приводит к уменьшению числа новообразованных нейронов на 90% при высоких дозах рентгеновского излучения [1].

Математическая модель радиационно-индуцированного нарушения нейрогенеза учитывает как гибель популяций предшественников нейронов: нейробластов и незрелых нейронов, так и нарушение регуляции нейрогенеза [2]. Однако в данной модели не рассмотрена популяция зрелых нейронов, что не позволяет оценить уменьшение числа новообразованных нейронов и динамику изменения численности всей популяции. Чтобы учесть влияние рентгеновского излучения на популяцию зрелых нейронов необходимо проанализировать как изменяется число зрелых нейронов с возрастом без учета радиации.

Мы предлагаем математическую модель нейрогенеза взрослых, состоящую из одиннадцати дифференциальных уравнений на основе схемы асимметричного деления одноклеточных стволовых клеток [3]. Модель воспроизводит возрастную динамику изменения числа зрелых нейронов в зубчатой извилине гиппокампа [4]. Также приведена оценка параметра апоптоза зрелых нейронов, связанного с естественной гибелью клеток. Ранее в рамках данной модели была воспроизведена динамика численности популяции предшественников олигодендроцитов [5].

Дальнейший учет влияния рентгеновского излучения позволит проанализировать как гибель предшественников нейронов и нарушение регуляции нейрогенеза влияет на изменение числа зрелых нейронов в зубчатой извилине гиппокампа.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 17-29-01007).

### ***Список литературы***

1. Mizumatsu S. et al. Extreme sensitivity of adult neurogenesis to low doses of X-irradiation //Cancer research. – 2003. – Т. 63. – №. 14. – С. 4021-4027.
2. Cacao E., Cucinotta F. A. Modeling impaired hippocampal neurogenesis after radiation exposure //Radiation research. – 2016. – Т. 185. – №. 3. – С. 319-331.
3. Encinas J. M. et al. Division-coupled astrocytic differentiation and age-related depletion of neural stem cells in the adult hippocampus //Cell stem cell. – 2011. – Т. 8. – №. 5. – С. 566-579.
4. Calhoun M. E. et al. Hippocampal neuron and synaptophysin-positive bouton number in aging C57BL/6 mice //Neurobiology of aging. – 1998. – Т. 19. – №. 6. – С. 599-606.
5. Глебов А. А., Колесникова Е. А., Бугай А. Н. Математическое моделирование нейрогенеза взрослых с учётом предшественников олигодендроцитов //Медицинская и радиационная биофизика: сборник трудов XXVIII Международной конференции «Математика. Компьютер. Образование.» (25 – 30 января 2021 г.) принято к публикации

## НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ СИГНАЛОВ В МИКРОТРУБОЧКАХ ПРИ ДЕЙСТВИИ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Батова А.С., Бугай А.Н.

*Объединённый институт ядерных исследований, г. Дубна*

Помимо известных путей биохимической регуляции в эукариотических клетках существуют дополнительные пути биологической коммуникации, которые управляются электрическими сигналами. Среди таких органелл можно выделить микротрубочки (МТ) [1]. Они представляют собой полые цилиндрические трубки диаметром около 25 нм снаружи и 14 нм внутри, стенки которых образованы 13 протофиламентами, собранными из димеров белка тубулина. Димер состоит из  $\alpha$ - и  $\beta$ -мономеров, каждый из которых имеет С-концевую аминокислотную последовательность с карбоксильной группой на конце, называемую тубулиновым С-хвостом. Каждый димер тубулина в решетке обладает собственным дипольным моментом. Значительная часть постоянного дипольного момента приходится на тубулиновый хвост, несущий в себе до 40% от общего количества заряда мономера. Благодаря своему заряду и высокой гибкости тубулиновые хвосты могут быть чувствительны к электрическому полю и проявлять сегнетоэлектрические свойства. Предполагается, что угловые смещения тубулиновых хвостов могут участвовать в проведении электрических и механических сигналов [2-4]. Целью данной работы является исследование нелинейной динамики МТ при действии внешних электромагнитных полей. Предлагаемый модельный подход использует описание динамики МТ в пределах одного протофиламента с учетом геометрии МТ и диполь-дипольных взаимодействий димеров белка. Влияние соседних ПФ также учитывается через коллективное электрическое поле. Полученное нелинейное уравнение описывает угловые колебания С-концов на поверхности МТ при воздействии внешнего поля и наличии затухания. Методом моментов [5] получены аналитические решения типа диссипативных солитонов, параметры которых определяются свойствами МТ и внешнего электромагнитного поля. При этом для существования решения необходимо, чтобы значение амплитуды внешнего поля при сильной диссипации принимало определенное значение.

Рассмотренные нелинейные возбуждения могут быть задействованы как во внутриклеточной сигнализации, обеспечивая связь между МТ и моторными белками, так и способствовать переносу сигнала в нервных клетках. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (грант 17-11-01157).

### ***Список литературы***

1. Dustin P. // Microtubules. - Springer. 1984.
2. Georgiev D. D. Electric and magnetic fields inside neurons and their impact upon the cytoskeletal microtubules //Rhythmic Oscillations in Proteins to Human Cognition. – Springer, Singapore, 2021. – С. 51-102.
3. Georgiev D., Papaioanou S. N., Glazebrook J. F. Neuronic system inside neurons: molecular biology and biophysics of neuronal microtubules //Biomedical Reviews. – 2004. – Т. 15. – С. 67-75.

4. Sekulic D. L. et al. Nonlinear dynamics of C-terminal tails in cellular microtubules //Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science. – 2016. – Т. 26. – №. 7. – С. 073119.
5. Vlasov S. N., Petrishchev V. A., Talanov V. I. Averaged description of wave beams in linear and nonlinear media (the method of moments) //Radiophysics and Quantum Electronics. – 1971. – Т. 14. – №. 9. – С. 1062-1070.

## **ДИАГНОСТИКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ**

**Волков С.С.<sup>1</sup>, Кочуров А.А.<sup>1</sup>, Постников А.А.<sup>1</sup>, Тазина Т.В.<sup>2</sup>,  
Баковецкая О.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище*

<sup>2</sup>*Рязанский государственный медицинский университет*

С развитием биоинженерии, микросхемотехники, новых направлений электронной техники нарастает необходимость расширения знаний о физикохимических свойствах все более широкого круга жидких сред, в частности растворов электролитов с допированными молекулами, а также многомолекулярных биологических объектов. Целью данной работы являлась разработка принципов метода и устройства диагностики подвижности ионов и радикалов в растворах электролитов и биологических жидкостях. Работа направлена на выяснение структуры и состава двойных приповерхностных электрических слоев, их роли в формировании электродных потенциалов и выяснение природы электродвижущей силы в гальванических элементах, а также на изучение состояния биообъектов. Зарядовое и структурное состояние биологических жидкостей живых организмов однозначно связаны с многообразием протекающих в них процессов. По закономерностям их изменений можно прогнозировать состояние биообъекта. В качестве диагностируемых характеристик наиболее информативными являются подвижность, концентрация ионов, зарядовое состояние, потенциал ионизации и средство к электрону, проводимость, импеданс [1, 2]. Эти характеристики проявляются в растворах электролитов при пропускании переменного тока воздействием на его величину и сдвиг фазы тока по отношению к напряжению. Принцип действия прибора для измерения указанных характеристик построен на следующих физических процессах. Для определения подвижности ионов раствора электролита в нём размещаются два металлических электрода, около поверхностей которых образуются двойные электрические слои толщиной менее сотни ангстрем. Измерения распределения в электролитической ванне показали, что в приэлектродном пространстве образуется падение напряжения от величины электродного потенциала до нулевого уровня на расстоянии единиц мм. Источником постоянного напряжения задается одному из электродов режим нулевого потенциала и определяется величина электродного потенциала. Затем, переменным током создается падение напряжения в растворе электролита, сравнимое с электродным потенциалом. Далее, изменяя частоту переменного тока в диапазоне ниже звуковой частоты, производится настройка на максимум переменной составляющей тока; определяются все максимумы тока, проявляющиеся при изменении частоты. Для повышения

чувствительности измерений в цепь тока соединяется последовательно источник высокочастотного напряжения ( $\approx 100$  кГц) с амплитудой в единицы мВ. Такая модуляция тока с применением синхронного детектирования позволяет получить производную тока в зависимости от частоты питающего низкочастотного напряжения. Дифференцирование сигнала увеличивает чувствительность на фоне постоянного сигнала более чем в  $10^3$  раз. Величины резонансных пиков тока указывают на концентрацию отдельных видов радикалов (молекул), сдвиг фаз между током и напряжением зависит от их масс. Математическим моделированием физических процессов определяются концентрации, величины масс и подвижности ионов.

#### ***Список литературы***

1. Физическая химия. В 2 кн. / Кн. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. Учебн. для вузов. / Под ред. К.С. Краснова. – М.: Высшая школа, 1995. – 319 с.
2. Делахей П. Двойной слой и кинетика электродных процессов. / Пер. с англ. под ред. акад. А.Н.Фрумкина. – М.: Мир, 1967. – 351 с.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОЛЕЙ МЕТАЛЛОВ И ФЛАГЕЛЛИНА В ХОДЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СУЛЬФИДА СЕРЕБРА.**

**Захаров А.А., Пластун И.Л., Наумов А.А.**

*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина  
Ю.А., г.Саратов*

Методами квантовохимического моделирования на основе теории функционала плотности исследуются механизмы межмолекулярного взаимодействия белковых структур с солями рабочего раствора, используемого для получения наночастиц сульфида серебра. Получаемые частицы обладают высокой степенью биосовместимости за счёт белковой оболочки, а малый размер позволяет их использовать в биомедицине как флуоресцентные метки для прижизненной визуализации различных биопроцессов, а также при адресной доставке лекарств.

В ходе исследования рассматривался бактериальный белок флагеллин, поскольку, как показано в экспериментальном исследовании [1], при биосинтезе с помощью грамположительных бактерий *Bacillus subtilis* 168 только этот белок сорбируется на поверхности наночастиц сульфида серебра  $Ag_2S$  и, таким образом, является одной из важнейших составляющих процесса бактериального синтеза. Изучаемыми объектами были соли рабочего раствора бактериального синтеза наночастиц сульфида серебра: нитрат серебра  $AgNO_3$  и тиосульфат натрия  $Na_2S_2O_3$ , а также нестандартная аминокислота метиллизин  $C_7H_{16}O_2N_2$ , входящая в состав флагеллина и играющая ключевую роль в процессе скручивания флагеллина. Моделирование производилось при помощи программного комплекса Gaussian 09. Были исследованы условия комплексообразования метиллизина с солями металлов на основе анализа параметров образующихся водородных связей, которые являются показателем степени взаимодействия элементов мультикомпонентной смеси.

На рисунке 1 представлен один из рассчитанных вариантов соединения солей рабочего раствора и метиллизина. Частоты валентных колебаний связей, участвующих в комплексообразовании, составляют  $\nu_1 = 3221 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu_2 = 3161 \text{ см}^{-1}$ , частотные сдвиги  $\Delta\nu = 304 \text{ см}^{-1}$  и  $227 \text{ см}^{-1}$ , соответственно, что позволяет отнести данные связи к водородным связям средней силы. Необходимо отметить, что подобных вариантов комплексообразования существует не менее четырех.

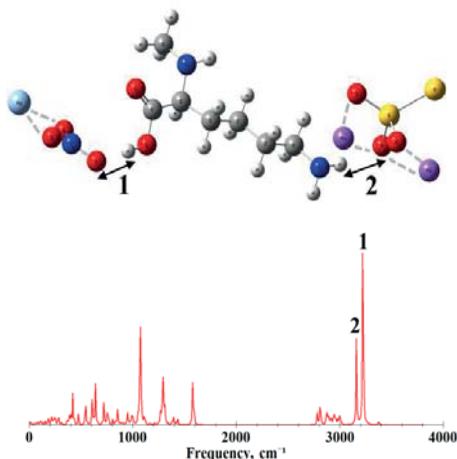


Рис. 1 Рассчитанные структура и ИК спектр молекулярного комплекса нитрат серебра – метиллизин - тиосульфат натрия

В результате молекулярного моделирования было обнаружено, что между метиллизином и солями рабочего раствора - нитратом серебра и тиосульфатом натрия - устанавливаются многочисленные водородные связи средней силы, которые свидетельствуют о наличии супрамолекулярного взаимодействия, способствующего образованию наночастиц сульфида серебра.

#### ***Список литературы***

1. Т.А. Воейкова, О.А. Журавлева, Н.В. Булушова, В.П. Вейко, Т.Т. Исмагулова, Т.Н. Лупанова, К.В. Шайтан, В.Г. Дебабов Белковая корона наночастиц сульфида серебра, полученных в присутствии грамотрицательных и грамположительных бактерий // Молекулярная генетика, микробиология, вирусология. 2017, т. 35. № 4. С. 151–156.

## КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО ВЛИЯНИЮ ИОНОВ МЕДИ ( $\text{Cu}^{2+}$ ), ХРОМА ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) И КАДМИЯ ( $\text{Cd}^{2+}$ ) НА ПЕРВИЧНЫЕ РЕАКЦИИ ФОТОСИНТЕЗА

Киселева Д.Г., Плюснина Т.Ю., Хрущев С.С.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г.Москва

При анализе данных биологических исследований традиционно применяются статистические методы. С ростом вычислительной мощности компьютеров относительно недавно для анализа таких данных начали получать распространение различные методы машинного обучения. Особенности кластерного анализа заключаются в отсутствии первичных допущений и требований к распределению данных и использовании несопоставимо больших объемов выборок. В последние годы объем анализируемых экспериментальных биологических данных значительно вырос, и во многих случаях применение традиционных статистических методов оказывается недостаточно эффективным, в то время как кластерный анализ при обработке большого количества данных получает значительные преимущества.

Для оценки возможностей кластерного анализа при работе с биологическими данными были использованы данные трех экспериментов по действию ионов тяжелых металлов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  на проростки гороха *Pisum sativum* L. в течение нескольких суток. В каждом эксперименте ежедневно проводилась регистрация индукционных кривых быстрой и замедленной флуоресценции хлорофилла *a*. Для анализа кинетики индукции флуоресценции был использован ЛР-тест, параметры которого в дальнейшем использовались для кластерного анализа. Для уменьшения размерности данных с помощью метода главных компонент выделялись две или три главные компоненты, которые и были использованы для дальнейшей кластеризации. Кластеризация проводилась тремя методами: полной связи [1], *k*-средних [2] и OPTICS [3]. Для характеристики полученных кластеров был проведен анализ параметров ЛР-теста в каждом из них. Было показано, что кластеры были сгруппированы по степени подверженности растения стрессу. Кроме того, дополнительно был проведен статистический анализ с помощью многофакторного дисперсионного анализа с поправкой на множественные сравнения для анализа наличия различий между выборками с учетом концентрации токсиканта и времени инкубации. Комплексный анализ показал, что на малой выборке с разреженными данными алгоритм OPTICS лучше остальных методов демонстрирует подверженность растений стрессу. При этом для  $\text{Cu}^{2+}$  фактор времени инкубации вызывал больший стресс у растений, чем действие самого токсиканта. В дальнейшем для выявления действия  $\text{Cu}^{2+}$  необходимо использовать его в больших концентрациях. В случаях действия  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  для последнего была показана наибольшая корреляция с дозой токсиканта.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 20-04-00465.

### Список литературы:

1. Nielsen F., «Chapter 8: Hierarchical Clustering», Introduction to HPC with MPI for Data Science, Springer, 2016.

2. Steinhaus H., «Sur la division des corps materiels en parties». Bull. Acad. Polon. Sci., C1. III vol IV: 801—804, 1956.
3. Ankerst M., Breunig M. M., Kriegel H.-P., Sander J. «OPTICS: Ordering Points To Identify the Clustering Structure», Proc. ACM SIGMOD'99 Int. Conf. on Management of Data, Philadelphia PA, 1999.

**МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ  
ЛИПИДНЫХ ПРЕДРОПЛЕТОВ В БИСЛОЕ  
ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКОГО РЕТИКУЛУМА**  
**Князева О.С.<sup>1</sup>, Цуканов А.А.<sup>2</sup>, Кисиль С.И.<sup>3</sup>, Докукина И.В.<sup>4</sup>, Грачев Е.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Физический факультет, Московский государственный университет им.*

*М.В. Ломоносова, г. Москва*

<sup>2</sup>*Сколковский институт науки и технологий, г. Москва*

<sup>3</sup>*Биологический факультет, Московский государственный университет им.*

*М.В. Ломоносова, г. Москва*

<sup>4</sup>*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Липидные капли (дропплеты) — это сферические внутриклеточные везикулы, окруженные монослоем фосфолипидов, внутри которых находятся нейтральные липиды, в основном триацилглицерины (ТАГ). Они играют ключевую роль в липидном обмене и энергетическом метаболизме человека. В настоящее время принято считать, что процесс формирования липидных капель состоит из нескольких стадий [1]. Первая — это накопление нейтральных липидов между слоями мембраны эндоплазматического ретикулума (ЭР). При этом ТАГ синтезируется с помощью специальных ферментов, расположенных на мембране ЭР, и депонируется внутрь бислоя ЭР. Вторая – их слияние, с образованием так называемых преддропплетов или линз. Третья – рост преддропплетов и отпочкование липидного дропплета в цитоплазму. С использованием полноатомного молекулярно-динамического моделирования было исследовано взаимодействие двух молекул ТАГ в липофильном окружении внутренней области фосфолипидной мембраны. В частности, в серии расчетов управляемой молекулярной динамики (SMD – steered molecular dynamics [2]) был оценен профиль потенциала средней силы (PMF(d)) этого взаимодействия, как функция расстояния между молекулами ТАГ. Для этого молекулы ТАГ помещались внутрь фосфолипидного бислоя, окруженного водой, с периодическими граничными условиями. Система приводилась в равновесие при температуре 310 К и давлении 1 атм. Затем на молекулы ТАГ действовала внешняя сила, притягивающая их друг другу, и вычислялась совершенная этой силой работа. Аналогично вычислялась работа обратного процесса. Было получено, что профиль средней силы имеет энергетический барьер порядка 16 кДж/моль, что составляет около  $6.4 \cdot k_B \cdot T$ . Полученные результаты можно использовать для оценки скорости реакции образования преддропплетов внутри бислоя ЭР.

**Список литературы**

1. Olzmann, J.A., Carvalho, P. Dynamics and functions of lipid droplets. Nat. Rev. Mol. Cell Biol. 20, 137–155 (2019).

2. Izrailev S. et al. Steered Molecular Dynamics. In: Deuffhard P., Hermans J., Leimkuhler B., Mark A.E., Reich S., Skeel R.D. (eds) Computational Molecular Dynamics: Challenges, Methods, Ideas. Lecture Notes in Computational Science and Engineering, vol 4. Springer, Berlin, Heidelberg (1999).

## **СТЕРИЧЕСКИЕ И ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ АНСАМБЛЕЙ ЛИПИДНЫХ ДРОПЛЕТОВ В ЭУКАРИОТИЧЕСКОЙ КЛЕТКЕ**

**Кисиль С.И.<sup>1</sup>, Чернявский М.В.<sup>2</sup>, Мартышина А.В.<sup>3</sup>, Докукина И.В.<sup>3</sup>, Грачев Е.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Биологический факультет, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва*

<sup>2</sup>*Физический факультет, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва*

<sup>3</sup>*Саровский физико-технический институт НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Формой запасаения липидов в живой клетке служат триглицериды – сложные эфиры трехатомного спирта глицерола и жирных кислот. Триглицериды накапливаются в цитозоле клеток в форме липидных капель (дроплетов, далее – LD) – структур, сходных с мицеллами: монослой фосфолипидов, обращенных заряженными участками к цитоплазме, окружает ядро, состоящее из нейтральных жиров. Поверхность капель инкрустирована различными белками, принимающими участие в жировом обмене. Данные многочисленных исследований свидетельствуют, что липидные капли – не просто депо, но полноценные органеллы клетки, регулирующие метаболизм жиров в ней.

В строении и расположении липидных капель в клетках разных типов наблюдаются определенные закономерности. Так, клетки белого жира (адипоциты), чья основная функция – запасающая, характеризуются гигантскими монокаплями, заполняющими до 80% объема клетки. Бежевый жир, совмещающий запасающие функции с теплопродукцией, формирует несколько достаточно крупных отдельных капель на клетку. Бурый жир (основная функция – теплопродукция) и мышцы (основная функция – выполнение механической работы) характеризуются россыпью мелких капелек, ассоциированных с митохондриями.

Различия в строении капель обуславливаются разностью функций тканей; патологические изменения тканей сопровождаются нарушением структуры капель. Так, инсулинорезистентность, которую демонстрируют адипоциты при диабете 2 типа, неизменно сопровождается увеличением размеров липидных капель. Поскольку функциональные нарушения ткани и динамика капель в ней взаимосвязаны, она может служить прогностическим признаком определенных метаболических нарушений.

Таким образом, очевидно, что различная геометрическая структура ансамблей LD определяет различную биохимическую кинетику и метаболический результат функционирования липидных депо. Мы попытаемся установить эту связь явно.

Целью данной работы является указать на существенное влияние стерических и топологических характеристик (геометрии ансамблей LD в зукариотической клетке) на их динамику.

На практике исследование липидного обмена основывается на серии последовательных микроскопических наблюдений за поведением LD в клетках, в результате чего дается примерная оценка (как правило, качественная) потоков основных реагентов, ответственных за динамику липидных структур. В настоящей работе мы рассматриваем прямую задачу: имея оценку величины потоков вещества в различные моменты времени, исследуем динамику ансамбля LD:

$$\frac{dN}{dt} = J_{in} - J_{out}$$

где  $N$  — величина, выражающая количество накопленного запаса липидов, а  $J_{in}$ ,  $J_{out}$  — входящий и исходящий потоки соответственно. Понятно, что накопленная величина  $N$  может быть связана с суммарным объемом липидов, а величины потоков через мембраны могут быть связаны с их площадями и конфигурацией, а также обстоятельствами, определяемыми биохимическими факторами, в частности, активностью ферментов.

В работе указана (или установлена) связь между интегрально-геометрическими характеристиками ансамблей LD при различных условиях на входящие и исходящие потоки липидов. Для ряда простых случаев выведены конкретные дифференциальные уравнения, описывающие динамику процесса. Таким образом, динамика ансамблей LD может быть описана системой дифференциальных уравнений, отражающих как биохимическую динамику, так и динамику их интегральной геометрии, что позволяет также поставить обратную задачу по оценке потоков липидов из последовательного набора сведений о геометрии ансамблей липидных дроплетов.

#### **Список литературы**

1. Baynes J., Dominiczak M. *Medical biochemistry*. 5th Edition. Elsevier (2018).
2. Рубин А. Б. Биофизика. Учебник в 2-х томах. Теоретическая биофизика. — Издательство Московского университета, издательство Наука Москва, 2004. — 464 с.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГЕТЕРОГЕННОСТИ В ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОМ АППАРАТЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

**Дегтерева Н.С., Плюснина Т.Ю., Хрущев С.С.**

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г.Москва*

В естественной среде клетки микроводорослей часто подвергаются влиянию различных стрессовых факторов, в ответ на которые включаются внутренние адаптационные механизмы, поддерживающие дальнейшую жизнедеятельность клеток.

Для исследования переходных адаптационных процессов, клетки микроводоросли *Chlorella* выращивали в биореакторе при постепенном

истощении азота в ростовой среде. Кривые индукции флуоресценции хлорофилла *a* измеряли с периодичностью 1 час на протяжении 2.5 суток. Полученные индукционные кривые проанализированы с использованием следующих методов: JР-теста, метода спектральной мультиэкспоненциальной аппроксимации (СМЭА) и математической модели на основе системы дифференциальных уравнений, описывающей переход между состояниями фотосистемы 2.

На стадии экспоненциального роста культуры доминирующая форма фотосистемы 2 (ФС2) –  $\alpha$  [1], такие реакционные центры формируют димеры и образуют суперкомплексы с белками светособирающего комплекса ССК2. Одним из проявлений действия стресса является возникающая гетерогенность ФС2, увеличение доли реакционных центров с измененной светособирающей антенной (т.н.  $\beta$ -центров, не способных образовывать димеры и суперкомплексы с ССК2 и, соответственно, имеющих меньшее количество молекул хлорофилла в антенне) [2]. Одной из задач проведенной работы была количественная оценка изменения соотношения количества  $\alpha$ - и  $\beta$ -центров и размера их антенных комплексов в процессе развития азотного голодания. При описании флуоресцентного сигнала от клеток, содержащих ФС2 с разными типами антенн, предполагалось, что интенсивность флуоресценции от фракций с  $\alpha$ - и  $\beta$ -центрами пропорциональна их доле и размеру антенны. По суммарному сигналу были выделены сигналы отдельно от  $\alpha$ - и  $\beta$ -центров с помощью разработанной нами ранее математической модели ФС2.

Применение комплексного анализа (JР-тест, СМЭА, модель) показало, что в течение роста культуры клеток водоросли *Chlorella* в среде с постепенным истощением азота наблюдается: увеличение эффективной площади сечения антенны за счет повреждения части реакционных центров; появление  $\beta$ -центров и увеличение их количества до 10% к концу голодания; инактивация кислород-выделяющего комплекса, на что указывает появление дополнительной фазы в JР-тесте; полное снижение функциональной активности ФС2 к концу эксперимента.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 20-04-00465.

### **Список литературы**

1. A. Melis, P.H. Nomann, Heterogeneity of the photochemical centers in system II of chloroplasts, *Photochem. Photobiol.* 23 (1976) 343–350.
2. S. Mathur, S. I. Allakhverdiev, A. Jajoo, Analysis of high temperature stress on the dynamics of antenna size and reducing side heterogeneity of Photosystem II in wheat leaves (*Triticum aestivum*), *Biochim. Biophys. Acta* 1807 (2011) 22–29

## **ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ МИТОХОНДРИЙ НА КАЛЬЦИЙ-ЗАВИСИМЫЙ ЭКЗОЦИТОЗ ИНСУЛИНА БЕТА-КЛЕТКАМ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ** **Коврижных И.К.<sup>1</sup>, Степанова Ю.А.<sup>1</sup>, Тилинова О.М.<sup>1</sup>, Ямашев М.В.<sup>2</sup>, Докукина И.В.<sup>1</sup>, Грачев Е.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

<sup>2</sup>Физический факультет, Московский государственный университет им.

М.В. Ломоносова, г. Москва

В ответ на прием пищи и повышение уровня глюкозы в крови бета-клетки поджелудочной железы начинают вырабатывать инсулин посредством экзоцитоза. Процесс экзоцитоза инсулина в значительной степени управляется уровнем цитозольного  $Ca^{2+}$  [1].

В бета-клетке существует два механизма повышения уровня  $Ca^{2+}$  в цитозоле. Один из них – вход  $Ca^{2+}$  в клетку через потенциал-зависимые каналы плазматической мембраны (ПМ). Другой – высвобождение  $Ca^{2+}$  из эндоплазматического ретикулума (ЭР). Оба механизма запускаются в ответ на вход в клетку глюкозы и зависят от корректного функционирования митохондрий, производящих молекулы АТФ. Эффективность производства АТФ митохондриями, в свою очередь, определяется уровнем митохондриального  $Ca^{2+}$  [2].

Митохондрии способны поглощать  $Ca^{2+}$  из цитозоля только при условии, что локальная концентрация  $Ca^{2+}$  вблизи митохондрий очень велика. Это возможно только при близком расположении митохондрий к местам входа  $Ca^{2+}$  в цитозоль, а именно соответствующим каналам ПМ и ЭР. Поэтому митохондрии образуют близкие контакты с ПМ и ЭР, построенные с помощью специальных белковых мостиков, обладающих динамическими свойствами [3]. В построенную авторами ранее математическую модель [4], учитывающую оба механизма входа  $Ca^{2+}$  в бета-клетку добавлена зависимость от АТФ. Поведение получившейся модели проверено на соответствие имеющимся экспериментальным данным. Проведено исследование поведения модели при различных положениях митохондрий и осуществлена оценка их потенциального влияния на экзоцитоз инсулина.

#### **Список литературы**

1. Baynes J., Dominiczak M. *Medical biochemistry*. 5th Edition. Elsevier (2018).
2. Brun T., Maechler P. Beta-cell mitochondrial carriers and the diabetogenic stress response. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research* 1863, 2540–2549 (2016).
3. Scorrano, L., De Matteis, M.A., Emr, S. *et al.* Coming together to define membrane contact sites. *Nat. Commun.* **10**, 1287 (2019).
4. Степанова Ю.А., Коврижных И.К., Юферева Т.В., Лебедева А.В., Докукина И.В. Математическое моделирование динамики ионов кальция при экзоцитозе инсулина бета-клетками поджелудочной железы. *Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование»*, Саров (2020).

### **ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МОДЕЛЕЙ ПИТАНИЯ К СТОХАСТИЧЕСКОМУ РАЗБРОСУ КАЛОРИЙНОСТИ, СОСТАВА И ВРЕМЕНИ ПРИЕМА ПИЩИ**

**Кисиль С.И.<sup>1</sup>, Ямашев М.В.<sup>2</sup>, Чегодайкин И.М.<sup>3</sup>, Савина К.Н.<sup>3</sup>,  
Чернявский М.В.<sup>2</sup>, Докукина И.В.<sup>3</sup>, Грачев Е.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Биологический факультет, Московский государственный университет им.  
М.В. Ломоносова, г. Москва*

<sup>2</sup>*Физический факультет, Московский государственный университет им.  
М.В. Ломоносова, г. Москва*

Жиры не только являются значимым источником энергии для живого организма, но и основной формой запасаения энергетических субстратов. Эта функция обусловлена физическими свойствами жиров: гидрофобность липидных молекул позволяет хранить их в цитоплазме клеток очень компактно, в форме изолированных включений-капель. В составе таких капель преобладают сложные эфиры различных жирных кислот и трехатомного спирта глицерола – триглицериды. Липидные капли формируются во многих типах тканей, но основной резерв приходится на адипоциты – клетки белой жировой ткани. Капли в них нередко так велики, что заполняют практически весь объем клетки. В случае возникновения потребности в энергии часть липидов из капли адипоцита мобилизуется, гидролизуется до свободных жирных кислот и поступает в кровоток, а оттуда – в энергодефицитную ткань [1].

В организме здорового человека динамика объема липидных капель в клетках различных тканей в большой степени обусловлена диетой. При здоровой диете и достаточной физической нагрузке размер липидных капель остается относительно стабильным и общий объем жировой ткани не меняется. Однако современный человек крайне редко имеет возможность регулярно питаться, при этом строго соблюдая диету. На практике часто имеют место нерегулярные приемы пищи, а объем и калорийность блюд часто варьируются. Целью данной работы было исследование влияния стохастического разброса калорийности, состава и времени приемов пищи на размер липидных капель адипоцита [2]. Для этого была построена математическая модель, описывающая обмен жирными кислотами между адипоцитами и кровью. Модель учитывает количество жирных кислот и глюкозы, поступающих с пищей, а также переключения между регуляцией инсулином во время и после приема пищи и глюкагоном вне приема пищи. Модель позволяет отслеживать динамику изменения объема жировых капель в течение определенного количества дней в зависимости от диеты.

Исследование модели показало, что разброс по времени приема пищи, объему и количеству потребленных калорий в пределах 10% не вызывает перехода адипоцитов в режим активного накопления триглицеридов и росту объема белой жировой ткани, что свидетельствует о способности организма поддерживать гомеостаз.

### **Список литературы**

1. Baynes J., Dominiczak M. *Medical biochemistry*. 5th Edition. Elsevier (2018).
2. Guttorp P., *Stochastic modeling of scientific data*. 1st edition. CRC Press (1995).

## АГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В СТРОМАЛЬНЫХ И ГРАНАЛЬНЫХ ЛАМЕЛЛАХ ХЛОРОПЛАСТА

Хрушев С.С., Плюснина Т.Ю., Коваленко И.Б., Ризниченко Г.Ю.,  
Рубин А.Б.

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г.Москва*

Трансформация световой энергии в энергию химических связей осуществляется растительными клетками в специализированных мембранных органеллах – хлоропластах. С помощью метода микроэлектронной томографии [1] получена детальная реконструкция формы стромальных и гранальных ламелл хлоропласта, что позволило создать аналитическую геометрическую модель грани и окружающих ее стромальных ламелл. Изменение числовых параметров модели позволяет варьировать форму компартментов и исследовать влияние геометрических параметров тилакоидов на первичные процессы фотосинтеза. На основе аналитической модели создается ее представление в виде решеточной модели с ромбододекаэдрическими ячейками и периодическими граничными условиями. На первом шаге создания решеточной модели каждой ячейке присваивается идентификатор компартмента: строма, люмен либо тилакоидная мембрана. После этого на модельной сцене производится расстановка неподвижных трансмембранных белковых комплексов (фотосистемы I и II, цитохромный комплекс, АТФ-аза), которые также занимают часть ячеек, и мобильных переносчиков электрона (пластохинона, пластоцианина и ферредоксина). Подвижность мобильных переносчиков электронов и протонов моделируется по принципу клеточного автомата. Исходя из экспериментально оцененных значений коэффициента диффузии, на каждом шаге рассчитывается вероятность перемещения агента в соседнюю ячейку и производится выбор одной из 12 ячеек, составляющих окрестность ячейки, в которой находится агент. Если выбранная ячейка относится к доступному для агента компартменту (мембране для пластохинона, люмену для пластоцианина и строма для ферредоксина), то агент переносится в эту ячейку, в противном случае – остается в исходной ячейке. В том случае, если агент оказывается в ячейке, соответствующей активному центру его реакционного партнера, рассчитывается вероятность реакции между ними. Окислительно-восстановительные реакции с участием трансмембранных комплексов [2] моделируются с использованием предварительно рассчитанных матриц перехода между состояниями комплекса [3].

Проведена первичная оценка параметров модели на основе литературных данных и на языке программирования Python создан прототип программного обеспечения для агентного моделирования первичных процессов фотосинтеза с учетом связанных с геометрией компартментов и расположением трансмембранных белковых комплексов ограничений на диффузию мобильных переносчиков электронов и протонов. Показано, что современный персональный компьютер позволяет проводить моделирование процессов в грани хлоропласта при детализации модели 1 нм. Для ускорения расчетов предложенный алгоритм может быть распараллелен с использованием `grGPU`-устройств.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 20-04-00465.

### **Список литературы**

1. Bussi Y., Shimoni E., Weiner A., Kapon R., Charuvi D., Nevo R., Efrati E., Reich Z. *Fundamental helical geometry consolidates the plant photosynthetic membrane*. PNAS, 116(44):22366-22375 (2019). DOI: 10.1073/pnas.1905994116
2. Ризниченко Г.Ю., Беляева Н.Е., Дьяконова А.Н., Коваленко И.Б., Маслаков А.С., Антал Т.К., Горячев С.Н., Плюснина Т.Ю., Федоров В.А., Хрущев С.С., Рубин А.Б. *Модели фотосинтетического электронного транспорта*. Биофизика, 65(5):886–902 (2020). DOI: 10.31857/S0006302920050063
3. Устинин Д.М., Коваленко И.Б., Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. *Сопряжение различных методов компьютерного моделирования в комплексной модели фотосинтетической мембраны*. Компьютерные исследования и моделирование, 5(1):65-81 (2013). DOI: 10.20537/2076-7633-2013-5-1-65-81

### **НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ФИТОПЛАНКТОН**

**Хрущев С.С.<sup>1</sup>, Плюснина Т.Ю.<sup>1</sup>, Коныхов И.В.<sup>1</sup>, Дрозденко Т.В.<sup>2</sup>, Тимофеев И.<sup>2</sup>, Антал Т.К.<sup>1,2</sup>, Ризниченко Г.Ю.<sup>1</sup>, Рубин А.Б.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г.Москва*  
<sup>2</sup> *Псковский государственный университет*

Тяжелые металлы являются одними из распространенных загрязнителей водных экосистем и представляют серьезную угрозу для живых организмов. Вместе со сточными водами тяжелые металлы попадают в водоемы, вызывая интоксикацию фитопланктона, который является первичным продуцентом и определяет состояние водной экосистемы в целом. Одной из основных мишеней токсического действия тяжелых металлов в клетках является фотосинтез, активность которого отражает физиологическое состояние фитопланктона. Изменяя интенсивность флуоресценции хлорофилла *a* при освещении адаптированной к темноте пробы фитопланктона, можно быстро оценить состояние его фотосинтетического аппарата. Использование математических имитационных моделей [1] позволило выяснить, какие основные процессы соответствуют отдельным стадиям индукционной кривой, однако пока не существует модели, позволяющей однозначно интерпретировать наблюдаемые кривые. В разрабатываемой нами автоматизированной автономной системе экологического мониторинга для раннего обнаружения токсического загрязнения природных вод предлагается использовать нейросетевую модель. С использованием архитектуры многослойного перцептрона создано два варианта искусственных нейронных сетей. В одном из них на вход сети поступают (после соответствующей нормализации) непосредственно величины интенсивности флуоресценции в отдельные моменты времени (30 мкс – 2 с) после включения света (456 значений), в другом – рассчитываемые по индукционной кривой параметры т.н. JIP-теста (23 параметра) [2]. Выходной слой состоит из единственного нейрона, выход которого интерпретируется как предсказание наличия или отсутствия токсического воздействия. Для обучения сетей использовали экспериментальные данные по действию солей кадмия и хрома на природный фитопланктон из 9 водоемов Псковской области. Оба прототипа позволяют выявить токсическое действие

тяжелых металлов с точностью около 90%, что указывает на перспективность использования нейросетевых моделей в системе экологического мониторинга [3]. Работа выполнена при частичной поддержке грантов РФФИ 20-04-00465 и РНФ № 20-64-46018.

#### **Список литературы**

1. Ризниченко Г.Ю., Беляева Н.Е., Дьяконова А.Н., Коваленко И.Б., Маслаков А.С., Антал Т.К., Горячев С.Н., Плюснина Т.Ю., Федоров В.А., Хрущев С.С., Рубин А.Б. Модели фотосинтетического электронного транспорта. Биофизика, 65(5):886–902 (2020). DOI: 10.31857/S0006302920050063
2. Strasser R.J., Tsimilli-Michael M., Srivastava A. Analysis of the chlorophyll a fluorescence transient. In: Papageorgiou G.C., Govindjee (ed). Chlorophyll a fluorescence: a signature of photosynthesis. Advances in Photosynthesis and Respiration Series. Rotterdam: Kluwer Academic Publishers, 2004. P. 321–362. DOI: 10.1007/978-1-4020-3218-9\_12
3. Хрущев С.С., Дрозденко Т.В., Плюснина Т.Ю., Тимофеев И., Годоренко Д.А., Тихомирова Е.И., Антал Т.К. Выявление токсического воздействия тяжёлых металлов на фитопланктон с помощью нейросетевого анализа индукционных кривых флуоресценции хлорофилла. Теоретическая и прикладная экология (2021, в печати).

### **ЧИСЛЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ SEIRD-МОДЕЛИ УСЛОВИЙ МАСОЧНОГО РЕЖИМА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ОГРАНИЧЕНИЯ ПО УРОВНЮ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ COVID** **Емельянова Д.С., Воеводин Е.Ю., Еремеева Н.И.**

*Дмитровградский инженерно-технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Дмитровград*

События последнего года продемонстрировали актуальность исследования в области динамики эпидемиологических процессов. Особая роль в этом отведена математическому и компьютерному моделированию. Наиболее удобными для проведения исследований являются динамические модели, основанные на дифференциальных уравнениях, с помощью таких моделей удобно отслеживать степень влияния на процессы тех или иных параметров.

Среди существующих детерминированных моделей, описывающих распространение инфекционных заболеваний, для исследований была выбрана SEIRD -модель. Эта модель делит население на классы, наиболее важные в случае описания эпидемии COVID [1].

SEIRD -модель описывается системой дифференциальных уравнений, что делает ее удобной для применения готовых математических пакетов. Все численные расчеты в данной работе проводились в программном пакете Maple. Целью представляемой работы было исследование влияния ограничительных мер на параметры распространения эпидемии, точнее, рассматривался вопрос о том, можно ли с помощью мягких карантинных мер (введения масочного режима) значимо снизить уровень болеющих в популяции.

Был проведен ряд вычислительных экспериментов, в ходе которых выяснилось, что даже небольшое уменьшение вероятности контакта инфицированных и восприимчивых индивидуумов существенно влияет на уровень болеющих в популяции (рис. 1 и рис. 2).

На основе численных расчетов при выбранных ранее исходных данных были определены параметры (момент введения и длительность) масочного режима, достаточного для того, чтобы максимальный уровень заболевших не превышал фиксированного значения - 2% от популяции (рис. 2).

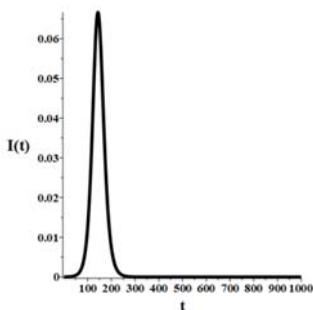


Рисунок 1. График зависимости от времени относительного количества инфицированных при отсутствии карантинных мероприятий

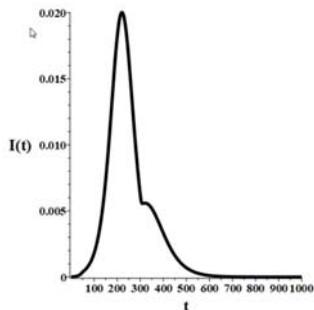


Рисунок 2. График зависимости от времени относительного количества инфицированных при введении карантинных мероприятий

### ***Список литературы***

1. Еремеева Н. И. Построение модификации SEIRD-модели распространения эпидемии, учитывающей особенности COVID-19 // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Прикладная математика. 2020. № 4. С. 14-27.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ SEIRD-МОДЕЛИ УРОВНЯ ПОПУЛЯЦИОННОГО ИММУНИТЕТА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ЗАВЕРШЕНИЯ ЭПИДЕМИИ**

**Марасова И.А., Савельева А.М., Еремеева Н.И.**

*Дмитровградский инженерно-технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Дмитровград*

По мнению аналитиков, в 2021 году ожидается третья волна коронавирусной инфекции. Бытует мнение, что избежать новой волны не получится до тех пор, пока не появится так называемый коллективный иммунитет. Коллективный (популяционный) иммунитет – эффект сопротивления распространению инфекции в некоторой популяции, значительная часть членов которой имеет личный иммунитет к данной инфекции.

Целью данной работы является определение методами математического моделирования относительного уровня перенесших заболевание в популяции,

при достижении которого эпидемия идет на спад, то есть наблюдается устойчивое снижение количества заболевших.

В работе рассматривается распространение COVID – инфекции, а в качестве базовой модели выбрана SEIRD-модель распространения эпидемии [1, 2], учитывающая следующие классы людей:  $S(t)$  – восприимчивые,  $E(t)$  – латентные,  $I(t)$  – инфицированные,  $R(t)$  – невосприимчивые,  $D(t)$  – умершие. Данная модель считается однородной и рассматривается при фиксированной популяции. Все численные расчеты проводились в пакете прикладных программ MATLAB.

Были проведены следующие численные эксперименты:

- моделирование распространения эпидемии в отсутствие строгих карантинных мер;
- моделирование распространения эпидемии при наличии карантинных мер, обеспечивающих в период действия карантина снижение вероятности заражения на 30%;
- моделирование распространения эпидемии при наличии карантинных мер, обеспечивающих в период действия карантина снижение вероятности заражения на 50%.

Исходные данные (коэффициенты модели и начальные условия) в каждом эксперименте были одинаковыми, менялись только параметры карантинных мероприятий, что существенно влияло на динамику распространения эпидемии.

В каждом случае был численно определен момент времени, при котором эпидемиологический процесс достигает своего максимума (рис. 1), и найдено соответствующее относительное количество индивидуумов в популяции, остающихся восприимчивыми к инфекции (рис. 2). На графиках по оси абсцисс отложено время моделирования (в днях), по оси ординат – численность рассматриваемой популяционной группы.

Таким образом, в каждом эксперименте был определен искомый уровень «перенесших заболевание», после достижения которого наблюдается устойчивое снижение распространения инфекции.

Численное моделирование подтвердило гипотезу о том, что независимо от характера протекания эпидемии, инфекция идет на спад только с момента, когда относительное количество восприимчивых к заболеванию преодолевает определенный рубеж, то есть пока не сформируется необходимый уровень коллективного иммунитета.

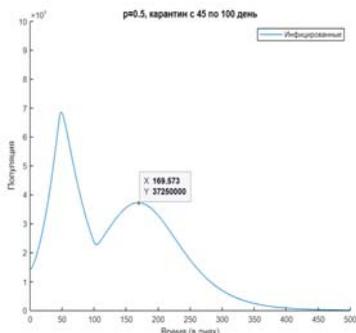


Рисунок 2. График зависимости от времени количества инфицированных в популяции

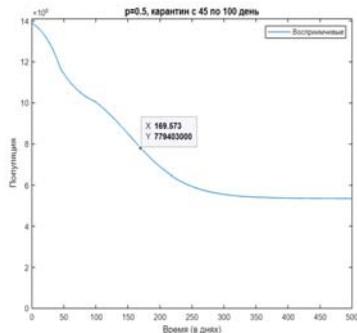


Рисунок 2. График зависимости от времени количества восприимчивых в популяции

### **Список литературы**

1. Еремеева Н. И. Построение модификации SEIRD-модели распространения эпидемии, учитывающей особенности COVID-19 // [Вестник Тверского государственного университета. Серия: Прикладная математика](#). 2020. № 4. С. 14-27.
2. Еремеева Н. И., Марасова И. А., Савельева А. М. Математическое моделирование эффективности введения противоэпидемических карантинных мер на примере распространения COVID-19 [Электронный ресурс] // Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ имени Е.В. Воскресенского: IX Международная научная молодежная школа-семинар (Саранск, 8-11 октября 2020 г.). - С. 206-213. Режим доступа: <http://conf.svmo.ru/files/2020/papers/article09.pdf>. - Дата обращения: 10.03.2021.

## **ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ВНЕШНИХ НАГРУЗОК**

**Петрова М.А., Демин И.Ю.**

*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,  
г.Н.Новгород*

Скелетные мышцы человека являются одним из самых крупных органов. Они обеспечивают механические функции организма. Заболевания и ослабления мышц связаны с изменением механических характеристик. Решение данной задачи актуально в сфере спортивной и космической медицины с точки зрения прогнозирования динамических и кинематических характеристик состояния людей, испытывающих экстремальные нагрузки, а также в сфере медицинских проблем стареющего организма.

Адекватная математическая модель реальной мышцы должна обеспечивать возможность описания изменения механических характеристик мышц при активации сократительной функции и влияние этих факторов на процесс активации. Опираясь на модель скелетной мышцы Дешеревского [1] в работе [2] была сформулирована модель, в которой были учтены внешние воздействия на поведение скелетной мышцы и позволило записать нелинейную систему уравнений (1):

$$\begin{aligned} \frac{dn}{dt} &= (k_1 a_0 \beta) l - k_1 (n + m) - \frac{1}{\delta} n \frac{dl}{dt} \\ \frac{dm}{dt} &= -k_2 m + \frac{1}{\delta} n \frac{dl}{dt} \end{aligned} \quad (1)$$

$$P = f(n - m)$$

В докладе приведены примеры двух видов внешнего воздействия на мышцу: воздействие конечной длительности  $P = P_s e^{-t^2}$  и короткий удар по напряженной мышце  $P = P_s (1 + th(t))$ . На рис. 1 и 2 приведены результаты численного решения системы уравнений (1) для поведения замыкающих  $n(t)$  и размыкающих  $m(t)$  мостиков портняжной мышцы лягушки для двух видов

воздействия, описанных выше. Численное моделирование выполнено на языке программирования Python с использованием метода Рунге-Кутты.

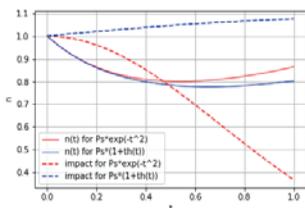


Рис.1. Число замыкающих мостиков  $n(t)$  при двух видах воздействия

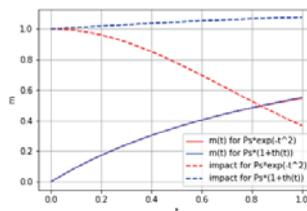


Рис.2. Число размыкающих мостиков  $m(t)$  при двух видах воздействия

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (государственное задание No. 0729-2020-0040).

### Список литературы

1. Дещеревский В.И. Математические модели мышечного сокращения. М.: Наука, 1977.
2. Руденко О.В., Сарвазян А.П. Волновая биомеханика скелетной мышцы // Акустический журнал. 2006. Т. 52. № 6. С. 833-846.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК АГАР-ФАНТОМА СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛАСТОГРАФИИ СДВИГОВОЙ ВОЛНЫ

Синицын П.М., Дёмин И.Ю., Лисин А.А., Спивак А.Е.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г.Н.Новгород

В настоящее время в ультразвуковой медицинской диагностике активно используется метод эластографии сдвиговой волной. Одним из приложений данного метода является диагностика скелетных мышц человека, что открывает новые области исследования физиологии мышц и патологии.

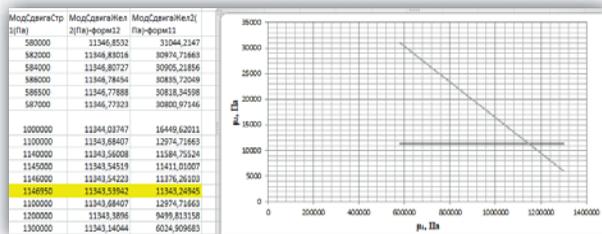
В работе [1] предложена струнная модель скелетной мышцы - мелкслоистая среда с периодически чередующимися слоями толщиной  $h_1$ , и  $h_2$ , сдвиговые упругости и плотности которых равны  $\mu_1$ ,  $\rho_1$  и  $\mu_2$ ,  $\rho_2$ . Были получены уравнения движения для такой среды и определены скорости сдвиговых волн вдоль и поперек направления распространения сдвиговой волны.

$$C_{PAR} = \sqrt{\frac{h_1\mu_1+h_2\mu_2}{h_1\rho_1+h_2\rho_2}}; C_{ORT} = \sqrt{\frac{\mu_1\mu_2(h_1+h_2)^2}{(\mu_1h_1+\mu_2h_2)(h_1\rho_1+h_2\rho_2)}}$$

В ходе эксперимента на акустической системе Verasonics были измерены значения скорости сдвиговой волны вдоль и поперек расположения упругих струн в агар-фантоме и получены соответственно следующие значения  $C_{PAR} = 3,3$  (м/с) и  $C_{ORT} = 7,4$  (м/с).

В докладе представлены результаты численного решения обратной задачи по определению упругих характеристик (модулей сдвига) агар-фантом и струн, используя экспериментальные значения для скорости сдвиговых волн.

$$\mu_2 = \frac{C_{ORT}^2 h_2 (h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2)}{(h_1 + h_2)^2 - \frac{C_{ORT}^2 h_1 (h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2)}{\mu_1}} ; \mu_2 = \frac{C_{PAR}^2 (h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2)}{h_2} - \frac{h_1}{h_2} \mu_1$$



Полученные результаты (из приведенного выше графика) для модулей сдвига струн и агар-фантома соответственно  $\mu_1 = 1,1$  МПа и  $\mu_2 = 11,3$  кПа, что согласуется с ранее известными данными для модулей упругости исследуемых сред.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (государственное задание No. 0729-2020-0040).

#### Список литературы:

1. Руденко О. В., Цюрюпа С. Н., Сарвазян А. П. Скорость и затухание сдвиговых волн в фантоме мышцы - мягкой полимерной матрице с замороженными натянутыми волокнами // Акустический журнал. 2016. Т. 62. № 5. С. 609–615.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ЗОНДА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО

Смагин И.Р., Бондаренко С.В., Любынская Т.Е., Солнышкова Л.В.  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров

Одним из перспективных направлений своевременного обнаружения злокачественных новообразований является использование средств оптической диагностики. При развитии патологии происходит изменение оптических свойств биотканей, связанное с изменением химического состава и структуры клеток и тканей. Одним из вариантов реализации малоинвазивного оптического зонда является использование тонкой иглы с размещенными внутри нее несколькими оптоволоконками, часть из которых используется для ввода излучения, а другая – для регистрации рассеянного сигнала. Заключение

о свойствах исследуемой ткани может быть сделано после обработки результатов измерений.

Метод Монте-Карло является гибким инструментом и используется при проведении численных расчетов самого разнообразного круга явлений. Ограничения его применимости часто обусловлены медленной сходимостью результатов вычислений. В рассматриваемой задаче необходимо проводить розыгрыш большого количества квазичастиц света для достижения требуемой точности. Это, в свою очередь, требует больших затрат машинного времени. В работе [1] был предложен подход, позволяющий обойти это препятствие. Идея заключается в нахождении численного решения для дельта-источника в задаче, допускающей пространственное масштабирование. В этом случае свертка найденного решения для дельта-источника по апертуре оптоволоконно-источника и приемных оптоволокон даст решение оптической задачи для произвольной их конфигурации.

После обработки сигналов с приемных волокон оптического зонда можно получить информацию о поглощающих и рассеивающих свойствах исследуемой среды с использованием обратного метода Монте-Карло [2]. Посредством варьирования нескольких неизвестных параметров достигается соответствие результатов моделирования с экспериментальными данными. Таким образом могут определяться, например, концентрации поглотителей и рассеивающих элементов в образце. Для ускорения процесса может использоваться интерполяция между элементами предварительно рассчитанной для выбранной конфигурации зона таблицы уровня сигналов на детекторах в заданном спектральном диапазоне.

Разработан программный комплекс для моделирования работы различных конфигураций оптического зонда и определения поглощающих и рассеивающих свойств исследуемой среды с использованием прямого и обратного метода Монте-Карло в видимом и ближнем инфракрасном спектральном диапазоне.

### ***Список литературы***

1. R. Graaf et al. Condensed Monte Carlo simulations for the description of light transport // Applied Optics - 1993. - Vol. 32. P. 427-434.
2. G.M. Palmer, N. Ramanujam. Monte Carlo based inverse model for calculating tissue optical properties. Part I: Theory and validation on synthetic phantoms // Applied Optics - 2006. - Vol. 45, № 5. P. 1062-1071.

**СЕКЦИЯ  
«МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**РАСПОЗНАВАНИЕ СИМВОЛОВ БРАЙЛЯ НА ФОТОГРАФИЯХ**

**Зуев В. А., Стоян А. С.**

*Санкт-Петербургский Политехнический университет*

В XIX веке Луи Брайль изобрёл систему письма для незрячих. Каждый символ кодируется комбинацией точек в матрице 3x2 (рис. 1). Точки выдавливаются на плотной бумаге специальным стилусом; бывают также информационные табло с рельефно-точечным шрифтом Брайля и приставки к компьютеру – дисплеи Брайля.



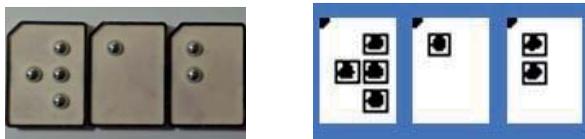
**Рис. 1.** Слева: примеры символов Брайля (схема); справа: фрагмент брайлевской книги.

С распространением смартфонов растёт потребность в программах для распознавания рельефно-точечного шрифта. Они могут быть полезны зрячим педагогам при работе с незрячими, а также лицам, самостоятельно изучающими шрифт Брайля.

До 2020 г. были созданы лишь немногочисленные алгоритмы распознавания брайлевского текста, способные работать лишь с качественными сканами [1], [2]. В декабре 2020 г. И. Г. Оводов опубликовал статью [2], датасет и программу “AngelinaReader” на основе нейросети RetinaNet, которая распознаёт символы Брайля на бумажных носителях, снятые в различных условиях, в т. ч. на смартфон.

Остаётся ряд проблем: качество работы AngelinaReader ухудшается при неравномерном освещении, сильных перспективных искажениях или если текст не на бумаге. Авторы данной статьи разрабатывают программу для распознавания символов Брайля на обучающих магнитных плитках (рис. 2), которые мы изготовили с помощью 3D-принтера для нужд Центра медико-социальной реабилитации инвалидов по зрению в Санкт-Петербурге. Алгоритм находит на фото пятиугольники (плитки пятиугольные), исправляет перспективные искажения; затем производится бинаризация по Оцу и ищутся контуры большой площади (точки). По позиции точек на пятиугольнике определяется символ. Программа [доступна на сайте GitHub](#). Алгоритм будет встроен в наше Android-приложение “[Азбука Брайля](#)”, содержащее задания на ввод символов Брайля: можно будет дать ответ, сняв плитку на камеру.

Предпринята попытка обучить распознаванию плиток нейросеть [YOLOv3](#), для чего собраны фотографии плиток и написана вспомогательная программа аугментации данных, которая размещает на фоновой картинке изображения плиток в случайных местах и с различными случайными искажениями (поворот, изменение масштаба...); произведено обучение нейронной сети.



**Рис. 2.** Слева: плитки Брайля. Справа: результат обработки (найденные точки обведены прямоугольниками).

Такой подход, впрочем, в настоящий момент проигрывает алгоритму на основе геометрических преобразований: нейросеть запоминает положения бликов на поверхности и распознаёт неверные символы при изменении освещения.

### ***Список литературы***

1. Isayed, Samer, and Radwan Tahboub. "A review of optical Braille recognition", 2015 2nd World Symposium on Web Applications and Networking (WSWAN). IEEE, 2015.
2. I. G. Ovodov. "Optical Braille Recognition Using Object Detection CNN", arXiv preprint. arXiv:2012.12412 [cs.CV], 2020.

## **ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ПО В РОССИИ: ИСТОРИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ПУТИ РЕШЕНИЯ.**

**Сидоров А.А., Сидорова Е.В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Развитие рынка ИТ оказывает огромное влияние на экономику страны и является ключевым условием перехода к новому экономическому укладу. Согласно ряду исследований на конкурентоспособность страны влияет уровень развития ИТ-сферы.

Российский ИТ-рынок оказался под воздействием значительных отрицательных факторов и вполне возможно, что для России это будет очередной виток развития отечественной ИТ-индустрии. Но для начала обратимся к истории данного процесса.

Развитие данной отрасли началось с 1940-х с самостоятельной разработки специализированного ПО. Вычислительные машины были уникальны, а над созданием общих принципов программирования, системного и прикладного ПО работало множество научно-исследовательских организаций. В этот период отечественная школа разработки считалось одной из лучших в мире. Однако в силу ряда шагов, которые были предприняты руководством страны, мы оказались в роли догоняющих. Эти шаги были следующими:

- отказ от разработки ПО в пользу его копирования. На рубеже 1960-70-х годов было принято решение не использовать свои разработки для удовлетворения потребностей организаций в вычислительных машинах, а перейти к массовому копированию зарубежной техники;
- отказ от копирования ПО в пользу его приобретения. Этот период начинается с 1990 года, когда старые институты, накопившие колоссальный опыт в разработке ПО, прекратили свое существование, а потребности нужно

было удовлетворять, стали появляться организации, которые предлагали услуги по приобретению ПО за рубежом.

Такие шаги привели к трем основным проблемам:

- прекращение фундаментальных исследований в области информационных технологий;
- прекращение исследований в части разработок новой элементной базы в части микропроцессорной техники и упадок промышленности в части производства своей элементной базы;
- высокий уровень отставания в области разработки прикладного и системного ПО.

Попытки решения этих проблем предпринимались неоднократно. Например, российский ученый Жорес Алферов в начале 2000-х годов предлагал возродить производство отечественных компонентов путем строительства завода. Однако это предложение так и осталось предложением. Если говорить о разработке ПО, то здесь следует уделять внимание не только прикладным вещам, которые позволят с помощью компьютерной техники решать огромное множество прикладных задач, но и фундаментальным исследованиям. В настоящее время, при проектировании и разработке ПО приходится пользоваться зарубежными технологиями в силу проблем, описанных выше и сейчас отказаться от них просто невозможно. Однако, если параллельным курсом вести фундаментальные исследования в этой области и в дальнейшем результаты этих исследований внедрять на различных уровнях разработки ПО, производства компонентов и устройств, то постепенно можно будет отказаться от использования зарубежных технологий и техники.

### ***Список литературы***

1. Асафьев Алексей. Импортзамещение ПО в России: общие вопросы [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.pcweek.ru/gover/article/detail.php?ID=165280>
2. Щербинина М.Ю., Крюкова А.А. Импортзамещение в ИТ- // Карельский научный журнал. - 2016. . - т.5. - №4(17). - с. 213-216

## **ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ**

**Бакулина Н.А., Максимова К.А., Романовская Е.В.**

*Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина, г.Н.Новгород*

Цифровые технологии в образовании – это способ организации современной образовательной среды, основанный на цифровых технологиях [2].

Как и любые другие инновации тенденция цифровизации в образовании имеет свои особенности. Так к преимуществам цифровизации можно отнести:

- самостоятельность субъектов образовательного процесса. Задачей обучающихся становится изучение определенного количества учебного материала самостоятельно. Такая тенденция окажет положительное воздействие на дальнейшую профессиональную деятельность студентов [3];

- упрощение педагогической деятельности. В рамках цифрового обучения педагогу отводится роль не наставника, а помощника;

- экономия. Цифровые технологии подразумевают использование электронных информационных источников, траты на бумажные учебники, пособия сократятся до минимума;

- шаг в будущее. Переход к цифровому образованию — это значимый этап к созданию Интернет-технологий. Цифровизация обучения поможет студентам лучше ориентироваться в информационном мире в будущем.

Помимо очевидных преимуществ цифровых технологий обучения, выделяются также некоторые недостатки:

- снижение уровня социализации. Цифровое обучение не позволяет напрямую взаимодействовать с другими участниками образовательного процесса, это скажется на развитии личности;

- проблемы с физическим развитием. В первую очередь отрицательное воздействие цифровое обучение окажет на зрение и мелкую моторику обучающихся [1];

- функции преподавателя. Возможно, в дальнейшей перспективе роль преподавателей будет переосмыслена. Преподавателей заменят полностью электронными системами обучения;

- вероятность отрицательного результата обучения. В силу того, что цифровые технологии являются инновационными, невозможно в полной мере оценить их эффективность и результативность в долгосрочной перспективе.

### ***Список литературы***

1. Максимова К.А., Бакулина Н.А., Романовская Е.В. Основные тенденции развития системы профессионального образования // В сборнике: Профессиональное самоопределение молодежи инновационного региона: проблемы и перспективы. Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. Под общей редакцией А.Г. Миронова. 2019. С. 188-190.
2. Максимова К.А. Методы цифровых технологий в образовании // В книге: Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. 2020. С. 81-82.
3. Маркова С.М., Зиновьев О.А., Уракова М.Н. Информационные технологии в профессиональном образовании // В сборнике: Социальные и технические сервисы: проблемы и пути развития. сборник статей по материалам VII Всероссийской научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина". 2021. С. 123-125.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Александян А.О.<sup>1</sup>, Старков С.О.<sup>1</sup>, Моисеев К.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ИАТЭ НИИУ МИФИ, <sup>2</sup> «Группа Аурум»

В данной статье рассматривается проблема распознавания лиц, а именно задача идентификации, где в качестве входных данных для последующей классификации используются эмбединги (многомерные вектора), полученные на выходе сверточной нейронной сети [1]. На текущий момент немногие алгоритмы позволяют получить высокое качество классификации лиц на открытых наборах данных (open-set classification [2]). В подавляющем большинстве современных систем в качестве основного решающего правила для классификации используется сравнение с неким пороговым значением, т.е. решается задача мультиклассовой классификации пороговым значением. Использование такой методики не всегда позволяет достичь высокого качества классификации на открытых наборах из-за нескольких очевидных недостатков. Из основных слабых мест алгоритма можно выделить следующие. Во-первых, отсутствует фиксированное пороговое значение – практически невозможно выбрать единый порог для всех лиц одновременно. Во-вторых, при попытке увеличить порог резко начинает падать качество классификации. И, в-третьих, пороговая классификация приводит к неоднозначным выводам - одному лицу может ставиться в соответствие сразу несколько классов.

В связи с этим, в данной работе мы рассматриваем метод главных компонент [3] в качестве дополнительного метода понижения размерности для дальнейшей классификации полученных векторов-признаков.

Геометрически, использование метода главных компонент по отношению к векторам-эмбедингам и дальнейшая их классификация равносильны поиску пространства меньшей размерности, в котором линейная разделимость классов будет ярко выражена. Идея понижения размерности логически вытекает из предположения, что не все компоненты многомерных эмбедингов несут значимый вклад в описание человеческого лица и что лишь некоторые компоненты образуют большую часть дисперсии. Таким образом, выделение только значимых компонентов из векторов-признаков позволяет производить разделение классов на основании самых вариативных признаков, не изучая при этом менее информативные данные и не сравнивая вектора в пространстве большой размерности.

### *Список литературы*

1. Liu Weiyang, Wen Yandong, Yu Zhiding, Li Ming, Raj Bhiksha, Song Le, Spheraface: Deep hypersphere embedding for face recognition, <http://arxiv.org/abs/1704.08063>
2. Gunther Manuel, Hu Peiyun, Unconstrained face detection and open-set face recognition challenge, <http://arxiv.org/abs/1708.02337>
3. С.А.Айвазян, Теория вероятностей и прикладная статистика, 2009

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ SQL И NOSQL ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ БАЗ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ БАЗЫ ДАННЫХ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ

Волохонова К.С., Абросимова П.И.

*ТИ НИЯУ МИФИ*

Современные условия цифровизации всех видов деятельности человека требуют накопления и обработки больших массивов различного рода информации. На сегодняшний день самым оптимальным решением проблемы хранения и систематизации информации выступают базы данных, которые, в свою очередь, делятся на реляционные и нереляционные. В работе ставится цель выявить оптимальный метод хранения данных на примере базы данных страховой фирмы. В ходе работы проведён анализ SQL и NoSQL баз данных на примере MySQL и MongoDB соответственно.

Реляционная база данных состоит из таблиц, содержащих структурированные данные. Это представление является наглядным и простым для восприятия. Табличные базы данных позволяют организовать больший контроль над данными, что дает как преимущества, в виде большей продолжительности жизненного цикла такой базы данных, так и недостатки, в частности сложности масштабирования базы данных.

Что касается нереляционных баз данных, то они имеют более гибкую и динамичную структуру, что позволяет хранить самые разнообразные данные. Такие базы данных чаще всего используются в веб-приложениях или в иных приложениях, где не требуется продолжительный срок службы.

При рассмотрении указанных двух подходов для реализации базы данных страховой фирмы, была оценена возможность реализации структуры в реляционном и нереляционном форматах, произведен анализ производительности, а также возможность контроля и разграничения прав доступа к базе данных, установлена релевантность использования каждого типа.

Итогом проведенной работы стал вывод о применимости каждого метода хранения данных в заданном случае и выявлен предпочтительный вариант. Результаты исследования могут использоваться для выбора типа базы данных в смежной предметной области. Планируется дальнейшее подробное изучение NoSQL баз данных в виду специфики их применения.

### ***Список литературы***

1. Григорьев Ю.А. реляционные базы данных и системы NoSQL: учебное пособие/ Ю.А. Григорьев, А.Д. Плутенко, О.Ю. Плужникова – Благовещенск: Амурский Государственный Университет, 2018. – 424с.
2. Шичкина Ю.А. Куприянов М.С. Коблов А.А. Сравнение производительности реляционных и нереляционных баз данных на примере MySQL и MongoDB - 2017. Материалы научной конференции, 05–07 июля 2017 г., р. 213-219.
3. Mongodb documentation [Электронный ресурс] // MongoDB Docs. URL: <https://docs.mongodb.com/manual/introduction> (дата обращения: 10.02.2021).

4. Knowledge Base of Relational and nosql Database Management Systems [Электронный ресурс] // DB-Engines Ranking. URL: <https://db-engines.com/en/ranking> (дата обращения: 10.02.2021).

## АЛГОРИТМ ПОСТОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Кузнецов С.А., Абросимова П.И., Сивков С.И.  
*ТИ НИЯУ МИФИ*

Цифровизация всех отраслей человеческой деятельности требует пересмотра способов хранения информации. Если раньше основным способом хранения документации были бумажные архивы, то сейчас это преимущественно облачные или иные цифровые хранилища информации. Это обусловлено несколькими факторами: удобством модификации и хранения, разграничением прав доступа и пр. На сегодняшний день на многих предприятиях существует огромное количество бумажных архивов, которые зачастую представляют из себя коммерческую ценность. Поэтому остро встает вопрос их оцифровки.

Самым популярным и простым способом создания электронных образов конструкторских документов является их сканирование. Наибольшую сложность при сканировании документов большого формата является правильное позиционирование документа в сканере: длинная ось документа должна быть перпендикулярна подающим валам сканера. Неправильное позиционирование влечет негативно влияет на полученный электронный образ документа (рис. 1).

Для исправления ошибки позиционирования предлагается алгоритм, базирующийся на открытой библиотеке OpenCV. Данный алгоритм позволяет распознать внешнюю рамку конструкторского документа и расположить его длинный край горизонтально, таким образом доведя до правильного, с точки зрения конструирования, расположения документа (рис. 2).

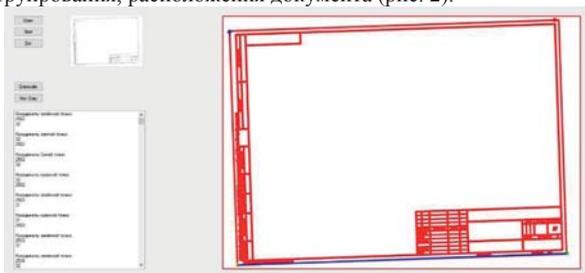


Рисунок1. Исходный документ

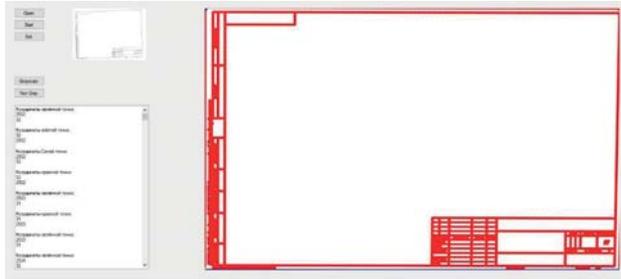


Рисунок2. Исправленное расположение документа

В ходе тестирования данного алгоритма было выявлено, что он работает корректно только при условии высокого разрешения исходного документа, что требует его доработки в дальнейшем.

**Список литературы:**

1. OpenCV Reference Guide. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.opencv.org>

**РАЗРАБОТКА ВИДЕНИЯ ЦЕЛЕВОЙ АРХИТЕКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ДОМЕННОМ УРОВНЕ**

**Макейкин Е.Г., Федоренко Г.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

«Архитектура предприятия» – процесс перестроения видения, а также стратегии бизнеса в эффективное изменение предприятия при помощи создания, рассмотрения и улучшения основных требований, принципов и тех моделей, которые расписывают будущее состояние организации и способствуют его развитию.

Представление архитектуры предприятия может быть осуществлена различными моделями, среди которых более известны:

- FEAF (Federal Enterprise Architecture FrameworkDo);
- DAF (Department of Defence Architecture Framework);
- TOGAF (The Open Group Architecture Framework).

Большая часть моделей описания архитектуры предприятия в той или иной степени используют так называемые уровни взгляда на предприятие или домены. Как правило, в качестве основных доменов архитектуры предприятия необходимо рассматривать следующие четыре архитектуры:

- архитектура бизнеса (бизнес-архитектура);
- архитектура данных;
- архитектура приложений;
- технологическая архитектура (инфраструктура).

Используя любую модель описания архитектуры, общими принципами будут являться систематическое и рекурсивное использование следующих принципов:

- декомпозиция на различные предметные области/домены:

- область прикладных систем;
- технологическая архитектура и другие.
- отличные уровни детализации, абстракции для описания предметных областей.

Общее видение целевой архитектуры обеспечивает однозначное понимание проблемы, возникающей между бизнес-руководством и сотрудниками, ответственными за информационно-коммуникационные технологии предприятия. Общее видение делится на такие основные элементы, как:

- описание технологических тенденций, важных для предприятия;
- определение бизнес-требований и стратегий;
  - определение ключевых требований, выдвигаемых к информации и технологиям, которые являются важными с точки зрения реализации бизнес-стратегий;
- идентификация требований к архитектуре предприятия в целом.

Важным аспектом при разработке целевой архитектуры предприятия является горизонт планирования. Это тот период времени в будущем, на который необходимо описывать предприятие.

Перед началом разработки архитектуры, необходимы: миссия, видение предприятия, стратегия. Миссия – цель разработки архитектуры, видение предприятия – это описание желаемого вида предприятия в будущем, стратегия – это метод реализации миссии.

Также, важным аспектом является «план перехода». План перехода показывает, каким образом реализуется целевая архитектура предприятия. От того, как будет выполняться план на практике будет зависеть реализация целевой архитектуры предприятия.

### ***Список литературы***

1. Процесс разработки архитектур: цели и задачи, общая схема [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://intuit.ru/studies/courses/995/152/lecture/4240?>

## **МЕТОДЫ ВЕТЕРИНАРНОЙ ДИАГНОСТИКИ КРОВИ ЖИВОТНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Попов А. П., Юманов Д. С., Коваленко А. В., Степанов А.В., Дмитриева А.И.**

*Чувашский государственный аграрный университет*

Пироплазмоз - протозойное гемопаразитарное заболевание, которое несет опасность для животных, особенно при несвоевременной постановке диагноза. По результатам последних исследований были выявлены случаи заражения данным заболеванием и человека [1]. На сегодняшний день, основными методами диагностики пироплазмоза в ветеринарных клиниках и лабораториях являются: молекулярная диагностика (ПЦР), серологические тесты, микроскопические методы (микроскопическое исследование мазков периферической крови) [2]. В настоящее время, в ветеринарных клиниках наиболее часто прибегают к микроскопическому методу исследований, в связи

с этим, нами была проведена работа, направленная на ускорение данного исследования и повышения его точности путем использования алгоритмов машинного обучения.

Машинное обучение использовалось для автоматической сегментации микрофотографий мазка крови при помощи глубокой сверточной нейронной сети. Архитектура сети основана на архитектуре YOLO v2 [4]. Точность сегментации достигла 90 %, специфичность 87 %.

На основании имеющихся данных и рекомендаций по диагностике пироплазмоза собак, нами были проведены исследования, направленные на сравнение имеющихся техник окраски мазков периферической крови, а также были отмечены характерные изменения в морфологии клеток крови. К типичным изменениям относятся изменение количества тромбоцитов, изменение форм и размеров эритроцитов, а также при высокой степени инвазии обнаруживаются свободные пироплазмы. Благодаря вышеперечисленному, возможно увеличить точность микроскопического исследования, что связано с учетом, как непосредственного нахождения зараженных клеток, так и косвенных признаков - учет количества тромбоцитов, составление процентного отношения измененных эритроцитов к общему количеству.

#### ***Список литературы***

1. Solano-Gallego L, Sainz A, Roura X, Estrada-Pena A, Miro GA. Review of canine babesiosis: the European perspective // Parasit Vectors. 9, 2016, p. 336.
2. Katrin H., Diane A., Corine B., Babesiosis in cats: ABCD guidelines on prevention and management // J Feline Med Surg 15(7), 2013, p. 643-646.
3. Solano-Gallego L, Baneth G. Babesiosis in dogs and cats - expanding parasitological and clinical spectra // Vet Parasitol. 181, 2011 p. 48-60.
4. Iam M. M.; Islam M. T. Machine learning approach of automatic identification and counting of blood cells // Healthcare Technology Letters, 6 (4), 2019, p. 103-108

### **АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИТ СТРАТЕГИИ**

**Долинская Е.Е., Федоренко Г.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Главным условием долгосрочного развития любой организации является правильный выбор и успешная реализация стратегических инициатив. В современных условиях ключевой составляющей, определяющей возможности как приобретения, так и сохранения лидирующих позиций на рынке для организаций практически в любой отрасли стала ИТ-стратегия.

Стратегическое планирование – необходимая реакция практиков управления организациями на постоянный рост сложности управления в условиях стремительно меняющейся внешней среды. Именно поэтому сегодня, в период зарождения четвертой промышленной революции, определение стратегий приобретает определяющее возможности выживания организации значение. Стратегическое управление ИТ предприятия – часть общего процесса стратегического планирования.

Общей чертой современных стандартов управления ИТ является подход к оценке всех составляющих ИТ-системы предприятия как совокупности ИТ-процессов, детализированных целей контроля и типовых процедур деятельности [1]. Основой такого решения является концепция процессного подхода, в настоящее время признанная необходимой практикой управления и регулируемая с помощью серии международных стандартов ISO9000. Методики, зарекомендовавшие себя, как наиболее действенные, стали стандартными и отражены в соответствующих методологиях. Наиболее популярными ИТ-стандартами в настоящее время являются CobiT и ITIL/ITSM [2]. Каждая из методологий содержит инструменты для решения ограниченного перечня задач определенного уровня, связанных с управлением и мониторингом ИТ-стратегии.

В процессе реализации ИТ-стратегии с момента достижения первых целей возникает регулярная необходимость получения оценки эффективности путей и методов их достижения. В настоящий момент единого регламентированного подхода к оценке реализации ИТ-стратегии не существует. Как правило, в качестве инструментов для оценки качества реализации инициатив ИТ-стратегии применяют методы оценки, используемые для оценки инвестиционных проектов. Тем не менее, существуют общие принципы, следование которым позволит сформулировать адекватную методику оценки. Методы оценки эффективности реализации ИТ-стратегии должны включать 2 составляющих [3]:

- экономический компонент, то есть систему показателей, позволяющих оценить экономическую эффективность ИТ-стратегии,
- процессную составляющую, целью использования которой является оценка соответствия результатов ИТ-стратегии целям и задачам предприятия, а также непосредственно контроль за реализацией ИТ-стратегии в контрольных точках.

На основе выполненного исследования, включающего определение соотношения ИТ-стратегии и бизнес-стратегии организации, анализ основных методологий управления ИТ-процессами, а также анализа основных трудностей реализации ИТ-стратегии, влияющих на оценку эффективности ИТ-стратегии, выделены характеристики и инструменты формирования системы оценки реализации выполнения ИТ-стратегии.

### ***Список литературы***

1. Елиферов В.Г., Репин В.В. Бизнес-процессы: регламентация и управление: [Текст]: учебное пособие / – М.: ИНФРА-М, – 2005.— 320 с.
2. Аксёнова Т.Г. Применение методологий COBIT и ITIL в аудите ИТ-процессов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2014. – № 4. – С. 63-67.
3. Галкин Г. Методы определения экономического эффекта от ИТ-проекта. Часть 2. Качественные и вероятностные методы [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iemag.ru/master-class/detail.php?ID=15721> (дата обращения: 17.11.2020).

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ УСЛОВИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНО- ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Долинская Е.Е., Федоренко Г.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Конкурировать с зарубежной продукцией способны только те отрасли, в которых существует высокий производственный потенциал. Политика импортозамещения к настоящему моменту проводится практически во всех отраслях экономики, и сфера высоких технологий и инноваций – особенно важная, поскольку без создания прорывных решений сегодня невозможно обеспечить высокоразвитую экономику. Задача разработки собственных уникальных импортонезависимых продуктов, в перспективе способных стать заменой иностранных разработок на внутреннем рынке и составить им конкуренцию на внешнем рынке, возложена на научно-производственные предприятия, традиционно обладающие необходимыми компетенциями и ресурсами. Вместе с тем, наука и инновации сами по себе являются областями с труднопрогнозируемым эффектом, но высоких рисков и многих ограничений.

Деятельность научно-производственных предприятий сосредоточена на создании наукоемкой продукции – таких изделий, для которых затраты на исследования, предшествующие разработке, а также непосредственно саму разработку, существенно превышают затраты на создание продукции другими организациями в какой-либо отрасли. Наукоемкая продукция характеризуется уникальностью, высокой рентабельностью, и, что принципиально важно, преимущественным использованием передовых технологий в процессе её создания [1] – теми чертами, которые, имеют принципиальное значение при выполнении задач импортозамещения. Кроме того, наукоемкая продукция зачастую не имеет аналогов на рынке на момент принятия решения о необходимости разработки потенциально является инновацией. Все эти факторы характеризуют разработку и производство наукоемкой продукции как весьма рискованный процесс, что в существенной степени оказывает влияние на реализацию стратегии импортозамещения в целом. Среди причин отставания от стран-лидеров в производстве продукции с высокой добавленной стоимостью также особое значение имеют проблемы в области продвижения инновационных разработок до стадии коммерческого успеха [2]. К настоящему моменту сформулированы ключевые проблемы, связанные непосредственно с реализацией продукции, в зависимости от стадии жизненного цикла.

В проведенном исследовании обозначены трудности, с которыми сталкиваются предприятия как при переходе к применению отечественных разработок, так и при создании отечественных решений. Для первых наиболее актуальны проблемы существования и качества сопоставимых аналогов, а также затраты на изменение бизнес-процессов. Возможности научно-производственных предприятий как производителей импортонезависимых решений во многом ограничены необходимостью выполнения задач импортозамещения в условиях одновременного преодоления технологического разрыва, существующего между импортными и отечественными разработками, и следования курсу создания инноваций в критично сжатые сроки в условиях определенных ресурсных ограничений.

### ***Список литературы***

1. Смородинов Р.В., Ерыгина Л.В. Основные стадии производства наукоемкой продукции // Актуальные проблемы авиации и космонавтики – 2014.
2. Ершова И.В., Гамберг А.Е., Кузнецова Н.А., Норкина О.С., Минеева Т.А., Подольяк О.О., Прилуцкая М.А. Управление разработкой наукоемкого продукта [Текст]: учебное пособие / – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, – 2018.— 120 с.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ Цымбалов С.Д., Шабаров А.А.**

*Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,  
г.Н.Новгород*

Использование природных ресурсов для производственных целей требует должного контроля со стороны государства как за количеством потребляемых ресурсов, так и за уровнем загрязнения окружающей среды предприятиями. В последнее время наблюдается совершенствование природоохранного законодательства [1,2] и активное использование цифровых технологий в сфере экологии. Постоянно расширяются возможности личного кабинета природопользователя, позволяющие осуществлять дистанционное взаимодействие с Росприроднадзором по широкому кругу вопросов. В частности, есть возможность формировать и сдавать отчетность о производственном экологическом контроле (ПЭК), заполнять формы статистической отчетности, подавать декларации о плате за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) и о воздействии на окружающую среду, производить расчёт экологического сбора и др. Программа для заполнения декларации о плате за НВОС и сам порядок поквартального внесения платы постоянно совершенствуются. С 1 января 2020 года установлено, что лица, обязанные вносить плату за НВОС, вправе выбрать один из трех способов определения размера квартального авансового платежа для каждого вида НВОС, за которое взимается плата: в размере  $\frac{1}{4}$  суммы платы за НВОС, подлежащей уплате за прошлый год; в размере  $\frac{1}{4}$  суммы платы за НВОС, при исчислении которой платежная база определяется исходя из установленных нормативов или в размере, определенном путем умножения платежной базы, которая определена на основе данных производственного экологического контроля, на соответствующие ставки платы за НВОС с применением коэффициентов, установленных федеральным законодательством [3].

Взаимодействие природопользователей со структурами Росприроднадзора через личный кабинет природопользователя существенно сокращает потери рабочего времени на сдачу отчетности, согласование платежей, получение лицензий и другие виды работ, предусмотренные природоохранным законодательством.

### **Список литературы**

1. Цымбалов С.Д., Романовская Е.В., Романовский Ю.В., Бакулина Н.А. На пути к устойчивому экологическому развитию, «Образование и право», №10, 2019, М., с.224-227.
2. Цымбалов С.Д., Романовская Е.В., Бакулина Н.А. О подготовке бизнеса к изменениям природоохранного законодательства. «Образование и право», №12, 2018., М., с. 127-130.
3. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

## **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ РОЛЬ В СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ**

**Семахин Е.А., Бакулина Н.А., Максимова К.А.**

*<sup>1</sup>Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина, г.Н.Новгород*

В настоящее время наблюдается бурное развитие цифровых технологий. Роль цифровой революции состоит в том, что информация необходима для всех хозяйствующих субъектов, находящихся на современном рынке. От разумного использования цифровых технологий зависит эффективность и адаптивность любого предприятия на мировом рынке.

Изменения в экономической сфере ориентированы на создание перспективных цифровых технологий, использование инновационных моделей организации бизнеса, производства, применение метода анализа больших объемов данных и принятия цифровых решений. В связи с этим, происходят большие изменения в содержании труда рабочих и специалистов.

Эффективное использование цифровых технологий является успехом большого числа отраслей. Одним из главных препятствий для внедрения в экономику Российской Федерации является отсутствие слаженных действий со стороны государства, предприятий и научных лабораторий.

В современных условиях проблемы цифрового сектора сказываются на конкурентоспособности экономики, т.к. торможение в получении актуальной информации, неумение использовать цифровой ресурс, сопровождается утратой прежних рыночных позиций. Очень резкие скачки в области развития цифровых технологий негативно влияют на развитие стран. В результате этого теряет возможность создавать что-то новое и совершить следующий шаг к изменениям.

На мировом рынке развернута борьба за лидерство в области цифровых технологий, которые позволяют приобрести бесспорные аналитические преимущества. Возникшая цифровая экономика создала новый вид ресурса – данные, представляющие собой при всей дискуссионности такого утверждения современный фактор успешной экономической деятельности.

Таким образом, развитие информационных технологий способствует бурному развитию стран и предприятий. От разумного использования цифровых технологий зависит эффективность и адаптивность любого предприятия на мировом рынке.

### **Список литературы**

1. Kuznetsov V.P., Romanovskaya E.V., Egorova A.O., Andryashina N.S., Kozlova E.P. Approaches to developing a new product in the car building industry // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2018. T. 622. С. 494-501.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ BIG DATA НА ПРЕДПРИЯТИИ**

**Сидоров А. А., Сидорова Е. В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

К определению термина больших данных (Big Data) относят такие наборы данных, которые по своему размеру сильно превосходят возможности реляционных баз данных. Это говорит о том, что Big Data это набор технологий и инструментария по обработки больших данных, которые могут быть представлены в виде структурированных, неструктурированных и полуструктурированных формах в объеме, превышающем десятки и сотни терабайт. Такой объем данных начал формироваться в конце 2000-х годов и появление систем обработки больших данных явилось альтернативой традиционным СУБД и решениям типа Business Intelligence.

На предприятии массивы больших данных могут формироваться на основании получаемых данных из разных источников. Данные из этих источников могут быть традиционными, социальными или машинными. Для определения больших данных можно выделить четыре основных характеристики, так называемые 4V: объем (Volume), скорость (Velocity), разнообразие (Variety), ценность (Value). Например эти характеристики выделяет ведущий поставщик информации, консалтинговых услуг, компания IDC (International Data Corporation). Например, фондовая биржа за торговую сессию может формировать данные в объеме одного и более терабайта, что отражает характеристику объема. Если говорить о третьей характеристике, то традиционные (структурированные) форматы данных в досочной степени определены и слабо поддаются изменениям, а неструктурированные форматы данных в это время показывают высокую степень подверженности изменениям. Если предприятие желает более эффективно использовать технологии больших данных для достижения своих целей, то ему потребуется вовлекать в обработку таких данных свою ИТ-инфраструктуру. Причем также следует проработать вопрос интеграции полученных данных с уже существующими данными предприятия, если они будут использоваться при анализе.

Выделяют следующие особенности технологий больших данных:

- обработка информации достаточно большого объема, которая может быть представлена совокупностью различных данных;
- обработка информации, которая часто обновляется и может поступать из различных источников;
- наглядная и понятная визуализация отчетов с возможностью сценарного анализа.

Внедряя технологии больших данных предприятие ставит перед собой цель, которая направлена улучшение эффективности работы предприятия как по определенным направлениям так и в целом. Также целью внедрения может

служить повышению конкурентоспособности предприятия на рынке за счет быстрого и своевременного вывода на рынок новых продуктов. Технологии Big Data могут быть полезны при решении задач связанных с прогнозированием рыночной обстановки, повышением производительности труда работников, улучшения логистики предприятия, принятие сбалансированных управленческих решений, которые получаются в результате анализа. Одним из наиболее перспективных программных обеспечений для работы с большими данными, оптимизированными для промышленных предприятий, является платформа «Hadoop», разработанная компанией «Apache Software Foundation». Эта платформа состоит из свободно распространяемого набора утилит, библиотек и фреймворка для разработки программ и выполнения распределенных программ, работающих на кластерах.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что в современном мире информация часто обновляется и ее объем в организациях неуклонно увеличивается за счет данных, которые могут быть получены от всевозможных датчиков, измерительных и «умных» устройств. Технологии Big Data позволяют выполнять действия по хранению, структурированию и анализу этих объемов информации и использует при этом обширный инструментарий, например платформу «Hadoop», «MapReduce». Все эти технологии помогает руководящему составу предприятия находить оптимальные решения для получения благоприятного эффекта в развитии своей организации.

#### **Список литературы**

1. Википедия. Свободная энциклопедия. Hadoop [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Hadoop>
2. Назаренко Ю.Л. Обзор технологии «Большие данные» (BIG DATA) и программно-аппаратных средств, применяемых для их анализа и обработки - // European science. - 2017. - №9(31). - с. 25-30
3. Иванов П.Д., Вампилова В.Ж. Технологии Big Data и их применение на современном промышленном предприятии - // ИНЖЕНЕРНЫЙ ЖУРНАЛ: НАУКА И ИННОВАЦИИ. – 2014. - №8(32).

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ ПРОЦЕССНОЙ МОДЕЛИ**

**Лошманова Т.Ф., Жешко Я.С., Шкаев Р.Е.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Благодаря разработке и внедрению процессной модели на предприятиях создаются эффективно работающие бизнес-процессы, выстраивается четкая схема действий каждого подразделения, появляется способность проанализировать работу предприятия в целом или отдельно взятое подразделение, а также имеется возможность определить, насколько производительно выстроено взаимодействие между подразделениями внутри предприятия, с внешними предприятиями (в составе кооперации), заказчиками и клиентами.

Всё это способствует моделированию на предприятии основных операций, с помощью которых гарантируется их конкурентное преимущество.

Наглядным примером такой операции является сокращение времени работы с заявками различных клиентов.

Существует два вида средств разработки процессной модели. К ним относятся:

1) Ручные — использование простых офисных программ, таких как MS Office, MS Visio. С помощью данного вида средства разработки процессной модели передается лишь важная часть процессного подхода, вследствие чего возникают неудобства по оптимизации микроопераций и проведению анализа построения деятельности.

2) Автоматизированные — использование прикладных программных комплексов. К таким комплексам относятся ARIS, Бизнес-инженер, Business Studio, IDEF, All Fusion. Данный вид средств разработки процессной модели направлен на визуально-текстовое представление, он трудоемок в настройке, дорогостоящий, но легкий для дальнейшего анализа и оптимизации, корректировке и управления изменениями.

На данный момент существует множество типов методологий, с помощью которых моделируют, описывают и анализируют различные бизнес-процессы. Самыми известными являются:

- IDEF0. Данная методология состоит из блоков и дуг. Согласно требованиям данного типа, в диаграмме должно быть от трех до шести блоков (рис.1). Благодаря таким условиям сохраняется сложность схемы и модели на уровне, который понятен для понимания, чтения и использования. Методологию IDEF0 рекомендуется применять в проектах, описывающих и оптимизирующих локальные бизнес-процессы, а также в небольших проектах, в которых участвуют эксперты предметных областей.

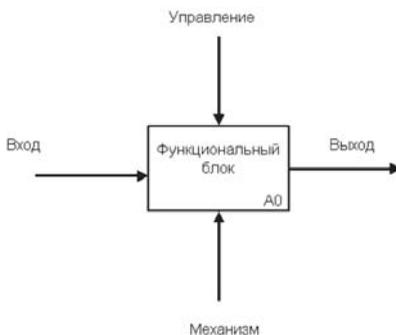


Рисунок 1 - IDEF0-диаграмма

- IDEF3. Такой тип методологии является развитием WFD-подхода и необходим для описания бизнес-процессов нижнего уровня. Он состоит из логических операторов и объектов – стрелок (рис.2).

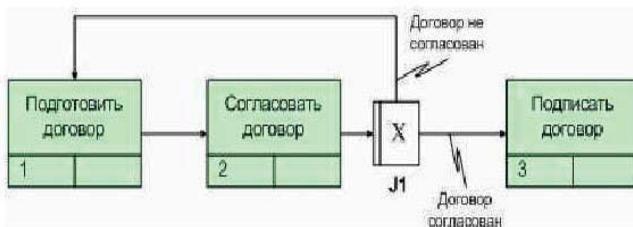


Рисунок 2 - Схема бизнес-процесса в стандарте IDEF3

• ARIS. Данная методология наиболее крупная по сравнению с остальными типами и включает в себя около 100 всевозможных бизнес-моделей, которые применяются в различной деятельности предприятия (описание, анализ, оптимизация и др.).

В наши дни существует множество языков и методологий бизнес-процессов. Каждая методология имеет свой язык и свое название. Сегодня это создает беспорядок среди конечных пользователей, которые используют эти технологии на практике на своем предприятии. Отсюда появляется кажущаяся сложность использования процессных технологий.

#### **Список литературы**

1. Климкина Е.Е., Федоренко Г.А. Исследование методологии IDEF0 для оценки возможности внедрения искусственного интеллекта в бизнес-процессы организации. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научноинновационной школы. - 07-09 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020 – С. 70-71.
2. Методологии и методы моделирования бизнес-процессов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://hsbi.hse.ru/articles/metodologii-modelirovaniya-biznes-protsessov-osnovnye-metody-i-metodiki/>

### **ТРЕТЬЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЧЕСКАЯ СЕССИЯ СарФТИ НИЯУ МИФИ «ЭТИКА И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И УГРОЗЫ».**

**Савченко О.В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

1 декабря 2020 г. в СарФТИ НИЯУ МИФИ прошла Третья студенческая стратегическая сессия «Этика и цифровые технологии: перспективы и угрозы» в рамках XI студенческой конференции по социологии (XXX студенческая конференция по гуманитарным и социальным наукам СарФТИ НИЯУ МИФИ) [1,3].

Третья студенческая стратегическая сессия прошла в рамках реализации проекта «Ядерный университет и духовное наследие Сарова», имеющего цель гражданского воспитания будущих работников атомной отрасли, «основанного на такой системе ценностей, которая проверена временем и отечественной культурой» [2, с. 236].

О.В. Кривошеев, заместитель директора ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», директор Института цифровых технологий, зав. кафедрой «Цифровые технологии» СарФТИ НИЯУ МИФИ, в своем пленарном докладе подчеркнул, что цифровые технологии развиваются стремительно и порождают многочисленные этические вопросы о перспективах их применения и возможных угрозах. Было обращено внимание студентов на концепции человека будущего: человека-протеза (Г.М. Маклюэн) и человека-девайса (Ж. Бодрийяр) [1].

На конференции обсуждались злободневные вопросы этики и цифровизации, развития информационных технологий и их влияния на многие сферы человеческой жизни. Рассматривались, в частности, вопросы о рынке труда в цифровую эпоху, влияния цифровых технологий на сознание, биоэтика, развитие искусственного интеллекта.

Студенты Е. Поверинов, Д. Суворов (гр. ЭП38) представили доклад о биоэтике, в котором подчеркнули, что биоэтика должна стать эффективным институциональным механизмом социального контроля современного научного знания [1,3].

Несколько команд (И. Кульгин, В. Токарев, А. Разин (гр. АВТ38), Ю. Лукьянова, Е. Кузьмина, Ю. Иванова (гр. ТМ-38), К. Чудайкин, Д. Григорьев (гр. ДП38)) представили результаты социологических опросов школьников, студентов, преподавателей о плюсах и минусах дистанционного образования в период пандемии. Докладчики подчеркнули, что в период пандемии цифровые технологии значительно помогли в организации учебного процесса [1,3].

Интересно, что выводы социологических опросов во многом совпали, что свидетельствует о добросовестно проведенных исследованиях, и подтверждает необходимость и важность такой организации стратегического размышления об актуальных проблемах современности [4].

Значительное количество команд (Р. Коротков, В. Романов, А. Мокшанов (гр. ТМ38), Н. Карпов, Д. Серов (гр. ИТ38), Е. Наумова, Е. Савушин, А. Бодряшкин (гр. АВТ38), М. Селяхов, И. Селяхов, Р. Михеев (гр. ВТ38), А. Савинова, Ю. Юлыгина, Д. Поздеева (гр. ТМ38), А. Нестерова, А. Малышева (гр. ИТ38), Г. Чугин, А. Инкин (гр. ИТ38)) подготовило доклады о Soft Skills: о системном мышлении, цифровой гигиене, информационной гигиене, эмоциональном интеллекте, стрессоустойчивости и др. Были рассмотрены важность этих компетенций и особенности их реализации в современных условиях.

В то же время, и сама стратегическая сессия как инновационная форма организации учебного процесса была направлена на формирование таких компетенций как системное мышление, работа в команде, планирование будущего, тайм-менеджмент и другие, что успешно продемонстрировали команды участников.

### ***Список литературы:***

1. Запись Третьей студенческой стратегической сессии СарФТИ НИЯУ МИФИ «Этика и цифровые технологии: перспективы и угрозы», 2020 // <https://www.youtube.com/playlist?list=PLjE7dVZT11iuOd12Z0cNkPyCezdEaJYt1>
2. Савченко О.В. Аксиологические основы формирования профессиональной компетентности будущих работников атомной отрасли в

условиях введения ФГОС // Образование личности: стандарты и ценности. Сборник научно-методических материалов III международного конгресса. М., МИФИ, 2015.

3. Итоговые доклады Первой, Второй, Третьей студенческих стратегических сессий СарФТИ НИЯУ МИФИ, 2018, 2019, 2020 // [http://sarfti.ru/?page\\_id=872](http://sarfti.ru/?page_id=872)

4. Савченко О.В. Студенческая стратегическая сессия «Саров – 2035 – 2050» // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. Саров, 2019.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОФИСНЫХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ

Шилкин В.Н.

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Один из перспективных путей развития современных IT – технологий являются облачные технологии. Под облачными технологиями принято понимать технологии распределенной обработки данных, где пользователю предоставляются ресурсы компьютера как интернет-сервис.

Возможности облачных серверов: доступ к информации, сохраненной на сервере; независимость от компьютера; работать с данными с разных устройств; использовать программы без нужды их обновлять; возможность объединить информацию разных пользователей облака.

Для офиса, облачные сервисы подходят как никогда. На облаке очень удобно как работать над одним проектом, так и разрабатывать большое

количество проектов. Можно сказать, что офис находится у каждого работника под рукой.

Множество людей говорит о том, что данные в облаке не защищены, и что компания может потерять данные от хакерских атак. Хотя в современных облачных сервисах практически нет возможности украсть данные, так как крупные сервисы тратят огромные средства для

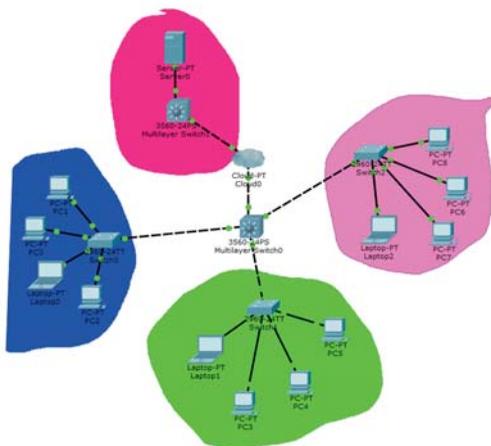


Рисунок 1 Пример проекта офиса основанного на облаке



Рисунок 2 Связанность облачных технологий с нашей жизнью.

организации  
безопасност  
и данных  
своих  
клиентов.

Также  
многие  
компании не  
переходят в  
облако из-за  
того, что  
работники  
таких  
компаний  
боятся  
потерять  
свои рабочие  
места, хотя

при переходе в облако, наоборот, открывается больше возможностей для разработки сервисов для своей компании.

Единственным реальным ограничением для перехода офисных компаний в облако является запрет госорганов на подобные действия.

Примерно до 2019 года компании не рассматривали интернет как средство работы, а в основном пользовались им для общения и передачи информации.

Таким образом, облачные технологии широко применяются для расширения возможностей компаний. Работа в облаке – перспективная отрасль для совместной работы в компании. А удобнее всего работать в Google Disk и OneDrive, так как они более направлены на офисную работу.

#### **Список литературы:**

1. Базаров М.Ю., Белов А.С. Об использовании интернета и облачных сервисов в учебном процессе СарФТИ НИЯУ МИФИ // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2019 г. С. 257-258.
2. Мустаева И.С, Шакерхан К.О. Применение облачных сервисов // Инновационные процессы в науке и технике XXI века. Сборник материалов XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых, педагогических работников и специалистов-практиков. В двух томах. Ответственный редактор О.Н. Дроконова. 2018. С. 20-24.
3. Как организовать облачный офис? Сайт “ Meduza.io ” - [Электронный ресурс] - Режим доступа: URL: <https://meduza.io/cards/kak-organizovat-oblachnyy-ofis>

## ТЕНДЕНЦИИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ

**Шилкин В.Н.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Вполне возможно, что в ближайшие 10-15 лет распространение облачных сервисов достигнет настолько больших значений, что мы не сможем не пользоваться ими.

Если это произойдет, то мировая экономика может сильно измениться. Откроется огромное количество компаний, как использующих облачные сервисы, так и разрабатывающие их. Тем не менее безопасность станет чуть ли не важнейшей частью развития этих сервисов. Отрасли, связанные с разработкой и созданием серверного оборудования, возрастут в разы.

Согласно исследованию TAdviser, уровень проникновения облаков в российском госсекторе растет, а госзаказчики стремятся к построению собственных частных облаков. Таким образом, становится практически бесполезным владение собственной серверной техникой.

При таком развитии событий наступит полномасштабное развитие IT-технологий. Причиной тому послужит широкий выбор сервисов и разнообразие комплектующих для создания собственных облачных сервисов.

В настоящее время можно назвать несколько основных компаний, дающих облачное хранилище: Google Disk, Mega, Яндекс.Диск, One Drive, Облако Mail.ru, и т.п. Большое количество компаний подстегнет развитие и конкуренцию между компаниями.

Развитие IT позволит более эффективно защищать подобные сервисы от атак хакеров на данные, такие как: ФИО, паспортные данные, номер карты, номер телефона, IP с которого пользователь получает доступ к облачному сервису и т.п.

В 2020 году нет никаких ограничений для развития облачных технологий, особенно когда мы учитываем малые и средние предприятия. В последние несколько лет рынок облачных технологий растет. В 2020 глобальный рынок внедрения облачных технологий превысит в общей сложности 330 млрд долларов США по данным Gather.

После того, как весь IT мир перейдет на облачные технологии, произойдет повышение количества рабочих мест для специалистов в IT структуре, что позволит повысить общий уровень благосостояния граждан, увеличенные технологические возможности позволят найти решение многих проблем. В результате мир станет только лучше.

### **Список литературы:**

1. Курочкин С.В., Салех Х.М., Нуждин Р.В. Применение “Облачных” технологий при проведении научных исследований // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы – 7-9 апреля 2020 г.- Саров – Изд.: “Интерконтакт”, 2020 г. С. 82-83
2. Шишулина А.В., Макарец А.Б. Прогнозы развития области информационных технологий с точки зрения Gartner. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-

инновационной школы. - 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 214-216.

3. "Облака" в госсекторе: исследование TAdviser и "Новые облачные технологии". Сайт "TAdviser.ru" – [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/CloudTech>

## ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В РАЗРАБОТКЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР

Пергаев А.О.

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

С развитием человечества появлялись все новые и новые способы развлечений. Начиная с примитивных игрушек древнего времени, заканчивая современными электронными устройствами.

Начиная с 1940-х годов игровая индустрия развивалась вместе с электронными устройствами по типу компьютеров. С каждым новым поколением компьютеров и портативных приставок, игры становились все более продуманными и детализированными. Поэтому использование нейронных сетей в этой сфере было вопросом времени. Так как нейросети довольно гибки в генерации чего-либо, их довольно часто используют для создания персонажей, пейзажей, анимации и даже музыки. В настоящее время есть довольно обширное количество нейронных сетей доступных для использования, как в разработке игровых программ, делаемых новичками этой сферы, так и для крупных студий, которые занимаются этим на протяжении долгого времени.



*Рисунок 1. Пример работы нейронной сети Artbreeder.*

Например, нейронная сеть Amper Score используется для генерации музыки. В нем за основу берется не большой оцифрованный звуковой фрагмент, на основе которого генерируется трек. После этого есть возможность настройки трека, путем изменения инструментов, скорости исполнения и ремикширования музыки. Или нейронная сеть

First Order Motion Modell for Image Animation. Из названия можно понять, что данная нейронная сеть используется для анимации лиц персонажей. Пусть она не совсем удобна для использования и требует квадратную картинку, как входное изображение, но её работа того стоит. Но нельзя также обойти стороной Artbreeder. Эта нейронная сеть, возможно, являющаяся наиболее гибкой в плане создания чего-либо. Эта сеть хорошо натренирована для создания портретов, но также может использоваться для создания пейзажей и дизайнов персонажей. Пример работы этой нейронной сети можно увидеть на рисунке 1.

Это были рассмотрены сети по типу косметических, но ведь есть ещё и множество других. Например, технологии обучения в играх. Они могут быть как «офф-лайн», так и «он-лайн». Также можно использовать нейросети в процессе индивидуализации, где можно было бы собирать информацию о времени реакции игрока, об его выборах в диалогах, его статистике, действиях и т.д. чтобы изменять параметры окружения, где все действия к чему-либо вели. Это бы в разы подняло интерес и живость игрового мира. Можно было бы и дальше исследовать, и обсуждать данную тему, но в рамках данной статьи я не могу этого себе позволить, поэтому перейдем к выводу.

С развитием нейронных сетей их все чаще будут адаптировать под игровую сферу, так как они значительно могут снизить стоимость и затратность на разработку. Тогда для команды, состоящей из небольшого количества людей будет возможность создать то, что обычно создают крупные студии. Поэтому чем дальше будет развита эта область, тем больше и качественнее мы получим доступных развлечений.

#### **Список литературы**

1. Халтурин Е.Д., Макарец А.Б. Капсульные сети: имитация мозговой обработки визуальной информации. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 320-321.
2. Дубенко К.И. Возможное применение нейронных сетей в играх в будущем // Наука, образование и культура. 2018 г. №10 (34). -С. 12.
3. Какие нейросети уже сейчас можно использовать для создания видеоигр? Сайт “DTF” – [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://dtf.ru/gamedev/129084-kakie-neyroseti-uzhe-seychas-mozhno-ispolzovat-dlya-sozdaniya-videoigr>

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR IT OPERATIONS (ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ДЛЯ ИТ-ОПЕРАЦИЙ)**

**Майоров А.В.**

*Саровский физико-технический институт НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Искусственный интеллект для ИТ-операций (AIOps) - это термин, введенный компанией Gartner в 2016 году в качестве отраслевой категории для анализа технологии машинного обучения, которая улучшает аналитику ИТ-операций. AIOps - это аббревиатура от "алгоритмических ИТ-операций". Такие операционные задачи включают в себя автоматизацию, мониторинг производительности и корреляцию событий.

Есть два основных аспекта AIOps: Машинное обучение и большие данные. Для того чтобы собрать данные наблюдений, а также данные о вовлеченности, которые можно найти внутри платформы больших данных и которые требуют перехода от секционно-сегрегированных ИТ-данных, целостного машинного обучения и аналитических стратегий.

Цель состоит в том, чтобы получать непрерывные идеи, которые обеспечивают постоянные исправления и улучшения через автоматизацию. Вот почему AIOps можно рассматривать как CI / CD для основных ИТ-функций.

Учитывая неотъемлемую природу ИТ-операций, тесно связанных с облачным развертыванием и управлением распределенными приложениями, AIOps все чаще приводит к слиянию машинного обучения и облачных исследований.

Стоит обратить внимание, что AIOps отличается от MLOps, который использует DevOps идеи для машинное обучение чтобы преодолеть разрыв между построением моделей ML и их выполнением.

Популярность платформ AIOps быстро растет. По оценке MarketsandMarkets, объем мирового рынка платформ AIOps вырастет с 2023 г. до \$11,02 млрд (среднегодовой рост — 34%). На нем соперничают как отраслевые гиганты, так и небольшие специализированные компании (Рис. 1) — места пока хватает всем. Однако процессы слияния и поглощения уже начались и до 2023 г. доживут не все — по крайней мере в качестве независимых компаний.



Рис. 1. Компании использующие AIOps.

По прогнозу Gartner, к 2022 г. решения AIOps внедрят 40% крупных предприятий. Затормозить процесс может (и уже тормозит) традиционная в ИТ-отрасли проблема — нехватка кадров.

### **Список литературы:**

1. Шишулина А.В., Макарец А.Б. Прогнозы развития области информационных технологий с точки зрения Gartner. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 214-216;
2. Jerry Bowles (January 28, 2020). "AIOps and service assurance in the age of digital transformation". Diginomica.;
3. "Market Guide for AIOps Platforms". Gartner. Retrieved January 28, 2018.

## ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОВ, ИМИТИРУЮЩИХ ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Васянин Д.В., Макарец А.Б.

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В то время как представители традиционного направления науки ИИ пытаются воспроизвести мыслительные процессы живых организмов, некоторые ученые работают над воспроизведением особенностей строения животных в стремлении создать имитации, способные решать практические задачи. Ученые признают, что многие удачные решения они увидели в природе, поэтому в разных странах мира разрабатывают роботов, которые способны копировать движения тех или иных живых существ.

В недалеком будущем массовое применение машин, имитирующих живые организмы, позволит существенно улучшить качество жизни людей, а также положить конец эксплуатации животных человеком:

- Роботы, передвигающиеся как некоторые виды животных, не поддающиеся дрессировке (например, змеи) позволят проводить работы в труднодоступных местах.

- Машины, воспроизводящие биологические процессы животных, смогут ускорить разложение отходов и производить некоторые уникальные материалы.

- Микроскопические роботы, копирующие способы передвижения животных позволят проводить сложные операции без проведения надрезов и, следовательно, облегчить реабилитацию пациентов.

- Механические насекомые (рис. 1) позволят бороться с вредителями без применения химикатов.

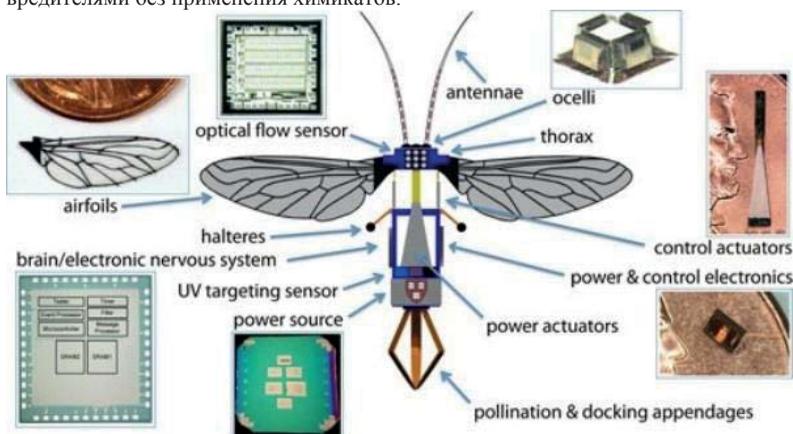


Рисунок 1 – Строение робота-насекомого

Применение искусственного интеллекта позволит подобным роботам самостоятельно координировать совместные действия и приспосабливаться к каждой конкретной ситуации. Интеллектуальные машины смогут решать сложные задачи без участия человека, тем самым повышая качество

проведенных работ и оказанных услуг за счет исключения человеческого фактора, а также покончить с использованием их органических прототипов на тяжелых и опасных работах.

### Список литературы:

1. Огурцова К.С., Макарец А.Б. Современные интеллектуальные роботы. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 307.
2. Самые необычные роботы в мире. Сайт “mentamore.com”. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://mentamore.com/robototexnika/samye-neobychnye-roboty.html>
3. Новости медицины и медицинских технологий. Сайт “meddaily.ru”. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://meddaily.ru/article/16jan2018/robott>
4. Новости высоких технологий. Сайт “newsru.com”. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: [http://classic.newsru.com/hitech/12nov2020/japan\\_robotwolf.html](http://classic.newsru.com/hitech/12nov2020/japan_robotwolf.html)

## КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ КАК ОДИН ИЗ САМЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СЕГМЕНТОВ ОТРАСЛИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Жешко Я. С.

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Первые попытки научить различные системы видеть и понимать мир также, как человек, стали появляться несколько десятилетий назад. К концу 60х годов появилось такое научное направление в области искусственного интеллекта, как компьютерное зрение.

Компьютерное зрение является лидером среди ключевых направлений искусственного интеллекта по темпам развития. В последнее время в развитии компьютерного зрения был достигнут значительный прогресс. Если несколько лет назад машины могли различать лишь различные объекты, разделять фон или различать общие контуры, то в настоящее время машины могут идентифицировать объекты разных классов.

На сегодняшний день технологии компьютерного зрения перешли в нашу повседневную жизнь. Благодаря этим технологиям можно автоматизировать человеческий труд, который основан на визуальной проверке.



Рисунок 1. – Наиболее перспективные области развития компьютерного зрения

Развитие систем компьютерного зрения пока далеко от реализации всех его возможностей. Но эта отрасль быстро развивается и диапазон ее применений быстро ширится. Компьютерное зрение сейчас активно используют таких областях, как робототехника, беспилотные автомобили, диагностика и телемедицина, распознавание онкозаболеваний, построение 3D-моделей производственных площадок. Также с его помощью тестируют биометрические способы оплаты во многих странах мира. На рисунке 1 показаны наиболее перспективные области для развития компьютерного зрения.

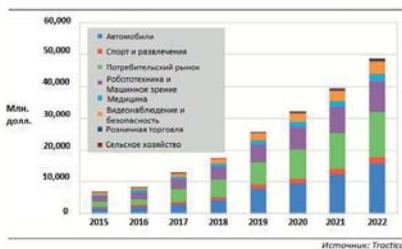


Рисунок 2. – Выручка от компьютерного зрения по рынку приложений, мировые рынки: 2015-2022

Рассмотрим отчёт по мировому рынку компьютерного зрения, сделанный компанией Market Research Future (рисунок 3). По их данным, мировой рынок компьютерного зрения в 2017 году составлял 9,2 млрд. долларов США, а к 2023 он превысит 48,3 млрд.

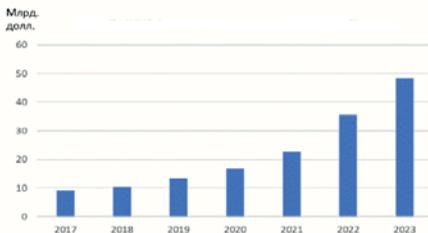


Рисунок 3. – Выручка от компьютерного зрения, мировые рынки: 2017-2023 г.

Компьютерное зрение уже широко применяется в современных технологических процессах и в повседневной жизни. Исходя из данных, представленных выше, можно сделать вывод, что компьютерное зрение является одним из самых востребованных сегментов отрасли искусственного интеллекта.

### Список литературы:

1. Кузнецова С.Н. Технологии компьютерного зрения в социально-экономической сфере. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 345-346.
2. Малкаров А.А., Макарец А.Б. Внедрение искусственных технологий в SIEM-системы. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 7-9 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – С. 58-59.

3. Компьютерное зрение: технологии, рынок, перспективы [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Компьютерное\\_зрение:\\_технологии,\\_рынок,\\_перспективы](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Компьютерное_зрение:_технологии,_рынок,_перспективы)

## ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ В МЕДИЦИНЕ

Ионов В.Г., Макарец А.Б.

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Экспертная система – это одна из технологий *искусственного интеллекта*, конкретнее это программа, которая имеет определенный набор знаний в конкретной области и может интерпретировать эти знания в решение поставленной задачи или рекомендацию.

Медицинских экспертные системы включают в себя опыт лечения и наблюдения пациентов с разными заболеваниями. Диапазон применения таких систем очень широк, поскольку тяжесть болезней и степень медицинского вмешательства в каждом случае требуется разнообразная.

Так как ЭС широко развиты в медицине, они могут решить следующие задачи:

- построение прогнозов;
- назначение различных медицинских исследований на основании первичного осмотра пациента;
- обоснование и постановка конкретного диагноза на основе клинической картины;
- выдача диагностического решения и оценка осложнений при сложных состояниях в кратковременный период.

Чтобы понять, как выглядит постановка диагноза с помощью экспертной системы, рассмотрим принцип ее функционирования.



Рисунок 1 - Принцип работы интеллектуальной системы

Выполняется сбор сведений об известных факторах, которые могут влиять на появление болезни. Далее, анализируя процедуру принятия решения по имеющимся исходным данным, раскладывают на составляющие. На выходе получают некоторые признаки болезни, ее отсутствия и правил распределения пациентов между группами «риск» и «норма». Алгоритм тестируется на новой выборке

и корректируется при выявлении ошибок. Итоговый набор правил вносится в базу знаний ЭС. Далее ЭС «прогоняет» их через логические правила, которые заложены в ее базу знаний, выдает ответ, с пояснением, как программа пришла

к такому заключению. Пояснение может быть представлено как в графической, так и в письменной форме.

Первое экспертное ПО в медицине считается система МУСИН («Мицин»). Правдоподобность программы оценивалась в 69% – в стольких случаях было назначено правильное лечение, но МУСИН не получил практического применения из-за несовершенства технологий того времени.

В наше время существует множество примеров успешной разработки и использования МЭС в медицинской практике. Например, система диагностики детских неотложных состояний «ДИН» (*Московское НИИ педиатрии и детской хирургии*), программа «АЙБОЛИТ» для выявления острых нарушений циркуляции крови у детей (*Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева*), система определения ведущей патологии и сопутствующего лечения с удаленным мониторингом тяжелых пациентов «ДИНАР» (*Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Свердловская областная детская клиническая больница, при участии сотрудников Института биофизики УроРАН*).

Экспертная система в области медицины может оказать поддержку узким специалистам, врачам общей практики или младшему медперсоналу. Высококвалифицированные доктора могут использовать программу в качестве проверки своего мнения, участковые и фельдшеры – как коллегу-эксперта. Использование таких систем будет рационально в удаленных регионах, где не хватает высококвалифицированных кадров.

### **Список литературы**

1. Экспертные системы в медицине - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://medtech30.ru/ekspertnye-sistemy-v-medicine/>
2. Новости медицины и медицинских технологий. Сайт “meddaily.ru”. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://meddaily.ru/article/16jan2018/robottt>
3. Богомолов А.И., Небезин В.П., Жданов Г.А. Искусственный интеллект и экспертные системы в мобильной медицине // Хроноэкономика. 2018. № 3 (11). С.17-28.

## **КОГНИТИВНАЯ РОБОТОТЕХНИКА**

**Попова В.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Робототехника уже давно вошла в нашу жизнь, и является одним из перспективнейших направлений в сфере информационных технологий, а также является важным компонентом в многочисленных отраслях производства. Стремительный прогресс робототехнических систем напрямую связан с большим скачком в развитии информационных технологий во второй половине XX века.

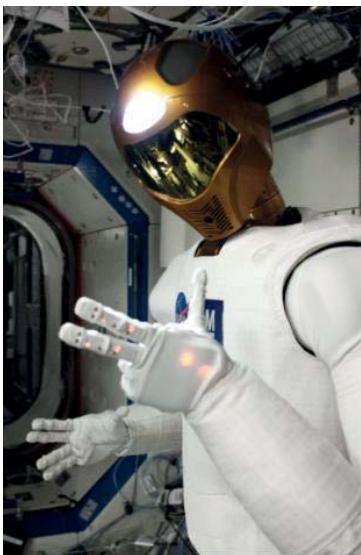


Рисунок 1. - Робонавт

Одним из многообещающих направлений, возникшим на стыке искусственного интеллекта и инженерии является когнитивная робототехника. Данное направление связано с наделением роботов и программных агентов когнитивными функциями более высокого уровня, которая предоставит им возможность учиться, рассуждать, выбирать линию своего поведения, включая принятие решения на основе анализа изменяющихся, неполно известных и непредсказуемых сред, для решения числа всевозможных задач и т.д. Эти примитивы инспирированы идеями когнитивной науки и нейронауки. Иначе говоря, когнитивная робототехника занимается интеграцией мышления, восприятия и действия с единой теоретической и практической основой.

Прежде, в работах по когнитивной робототехнике заключалась цель, реализовать системы, основанные на

спецификации, заданной формальными языками, такими как исчисление ситуаций. Эти высокоуровневые спецификации являются абстракциями, но обеспечивают значительные преимущества при практической реализации робототехнических приложений, к примеру, когнитивных агентов-игроков или поведенческих агентов систем управления интеллектуальных роботов.

На сегодняшний день принято, что когнитивный робот должен демонстрировать: знания, постановку цели; атрибуты мотивации, например, наблюдение, планирование; способность функционировать в реальном мире, безопасно взаимодействовать с объектами, манипулировать объектами и перемещаться.

Классические методы разработки программного обеспечения и подходы искусственного интеллекта не могут полностью справиться с огромной сложностью таких процессов, как восприятие и поведение. Разработка архитектуры искусственного познания может улучшить интеллектуальные, включая и социально ориентированные характеристики роботов следующего поколения.

Когнитивные роботы соответствующим образом будут применяться в тех областях, в которых требуются когнитивные способности (Рисунок 2. – ). Безусловно, это будет взаимодействие с людьми или же просто реальная жизненная среда, в противовес идеальной контролируемой производственной среде.

Объединение результатов традиционной дисциплины робототехники с результатами искусственного интеллекта и когнитивной науки будет иметь, и

будет по-прежнему занимать центральное место в исследованиях когнитивной робототехники.

### Список литературы:

1. Огурцова К.С., Макарец А.Б. Современные интеллектуальные роботы. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 307.
2. Фролова А.Н. Внедрение интеллектуальных информационных технологий в области транспортных систем. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 7-9 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – С. 65-66.
3. Когнитивная робототехника [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://robocraft.ru/blog/news/3668.html>

## ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Сахно А.О.

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Современный мир информационных технологий трудно представить себе без каких-либо интеллектуальных систем. Практически все информационные системы в той или иной мере используют в себе новейшие разработки в области интеллектуальных систем. Уже в ближайшем будущем квантовые технологии и квантовые компьютеры будут являться неотъемлемой частью всего спектра различных интеллектуальных систем.

Перспективность квантовых вычислений заключается в том, что квантовые компьютеры смогут решать целые классы задач, которые сейчас являются очень тяжелыми для реализации, вычислений и различного рода обработки. Квантовые же компьютеры смогут решать подобные задачи гораздо быстрее.

В зависимости от технологии квантового компьютера, область, в которой он будет проявлять наибольшую эффективность, будет разной для каждой квантовой технологии. Какие то задачи будут решаться с большей эффективностью, какие то с меньшей.

Наиболее перспективной областью, в которую по большей части выделяются средства и ресурсы – это создание квантовой криптографии и ее дальнейшее развитие (рис. 1).



Рис. 1 Схема квантового компьютера

Помимо этого, из анализа практического применения квантовых компьютеров можно выделить не менее важные сферы деятельности, в которых интеграция квантовых компьютеров будет нести в себе решающее значение по развитию

и усовершенствованию данной сферы.

Среди них такие, как сферы информационных систем, использующие в той или иной степени технологии искусственного интеллекта, молекулярное моделирование, финансовое моделирование, прогнозирование погоды, физика частиц.

Кроме того, сама технология квантовых компьютеров может быть реализована различными способами. Наиболее перспективные разработки по созданию квантового компьютера можно отнести к следующим категориям: квантовый компьютер на ядерно-магнитном резонансе, квантовый компьютер на ионных ловушках.

***Список литературы:***

1. Попова В. А., Сахо А. О., Токарев В. А., Романова М. Д. Особенности отечественной криптографии в условиях внедрения квантовых методов криптоанализа// Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 07-09 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020 – С.288-289
2. Гушанский С.М., Прилип В.А. Квантовые вычисления для реализации квантового компьютера.// Сборник трудов XVI Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. 2018. С. 163-168
3. Перспективы квантовых компьютеров. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://mentamore.com/covremennyye-texnologii/quantum-experiences.html>

**НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ В  
РОБОТОТЕХНИКЕ**

**Токарев В.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Технологии машинного зрения используются все шире. Когда нужно выполнить рутинную работу по распознаванию чего-либо с большой скоростью и качеством, роботы использующие техническое зрение все чаще выигрывают у человека.

Основным преимуществом является, то что роботы, не могут отвлечься или устать и потерять концентрацию, так называемый “человеческий фактор”, так же не мало важно, что робот — это автоматизация процесса, которая влечет за собой экономическую выгоду. Все эти факторы дают толчок в развитии машинного зрения у роботов, в настоящее время ясно, что инвестиции в развитие машинного зрения имеют высокую окупаемость и выгодны с точки зрения средней и далекой перспективы.



**Рисунок 1 – Использование роботом машинного зрения**

место, оно заключается в том, что люди способны принимать не стандартные решения, которые позволяют прийти к более простому или быстрому способу решить задачу.

Впрочем, есть уверенность, что со временем роботы достигнут такого уровня развития, при котором их мышление будет не отличить от человеческого, но при этом они смогут использовать свои преимущества в виде скорости анализа входящего потока и неутомимости. Человечеству совершенно точно нужно двигаться в направлении развития технического зрения, ведь оно уже на данном этапе решают актуальные проблемы людей, такие как качество продукции, медицина, безопасность и т.д.

#### **Список литературы:**

1. Бессонов К.С. Анализ технических решений нанороботов для медицины. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 07-09 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020 – С.72-74
2. Петрина А.М. Робототехника: настоящее и будущее (к 25-летию основания реферативного журнала ВИНТИ РАН “Робототехника”) // Научно-техническая информация. Серия 1: организация и методика информационной работы. 2008. № 3. - С. 10-17.
3. Прошлое и будущее систем машинного зрения - Control Engineering Russia. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://controlengrussia.com/tehnicheskoe-zrenie/sistemy-mashinnogo-zrenija/>

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ИНДУСТРИИ 4.0**

**Чернова А.М.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Индустрия 4.0 - «Четвёртая промышленная революция», к характерным чертам которой относятся: стремительное развитие автоматизации и обмена

Совершенно справедливо можно задать вопрос: “Почему нельзя бросить максимум сил на развитие машинного зрения и минимизировать влияние человека на процессы?”. ответа нет, но человек имеет одно явное преимущество, которое в ближайшее время не позволит роботам занять их

информацией, включающее в себя внедрение технологий искусственного интеллекта (AI), больших данных (BigData), Интернета Вещей (IoT), облачных вычислений (IaaS, Paas, SaaS), киберфизических систем (CPS) и многое другое.

Именно объединение этих цифровых технологий даёт возможность применения концепции Индустрии 4.0, оказывающей существенное влияние на развитие промышленности, экономики, бизнеса, политики и общества в целом.

К странам-лидерам в области развития четвёртой промышленной революции относятся Германия, Литва, Китай, США и Япония. В России в 2017 году была принята дорожная карта «Технет», посвященная развитию и применению передовых производственных технологий. В рамках программы «Цифровая экономика 2024» государство намерено к 2024 году осуществить цифровую трансформацию экономики и социальной сферы России.



Рис. 1 - Технологии «Индустрии 4.0»

Рис. 2 - Трансформация понятия безопасности

Однако существует ряд проблем на пути реализации концепции Индустрии 4.0. Высокая стоимость разработки и внедрения инноваций, отсутствие нормативно правовой базы и стандартов производства, низкая склонность предприятий к внедрению некоторых цифровых технологий приводят к снижению производительности труда, а также замедлению трансформации традиционной экономики.

Отмечается возрастание угроз кибербезопасности предприятий и компаний, а также конфиденциальности их клиентов. На сегодняшний день единственным решением данной проблемы является организация частных и совместных исследований в сфере шифрования данных. Также отмечаются нарушения в работе киберфизических систем, приводящие как минимум к производственным простоям. В данном случае только непрерывный мониторинг операционных сбоев поможет справиться с данной угрозой.

Особо острыми являются этические вопросы в области внедрения технологий четвёртой промышленной революции, а также влияние роботизации на занятость населения.

### Список литературы

1. Климкина Е.Е., Федоренко Г.А. Исследование модели оценки «Индекс зрелости Индустрии 4.0» для оценки предприятия при формировании концепции цифровой трансформации технологически сложных предприятий. //

Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-8 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – С. 69-70

2. Ометова Е.М., Танаев М.С., Макарец А.Б. Цифровое предприятие в рамках концепции «Индустрия 4.0». // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 308-309.

3. Зозуля Д.М. Цифровизация российской экономики и Индустрия 4.0: вызовы и перспективы // Вопросы инновационной экономики. – 2018. – Том 8. – № 1. – С. 1-14.

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

**Чернова А.М.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Системы поддержки принятия решений (СППР) – компьютерные системы, помогающие принимать многокритериальные решения в сложной информационной среде путём выработки рекомендаций лицам, принимающим решения (ЛПР). Под СППР чаще всего понимают и инструменты подготовки данных для ЛПР. СППР решает следующие задачи: извлечение и консолидация данных из разнородных источников, их очистка и предобработка, анализ и моделирование, прогнозирование, визуализация и представление результатов пользователю.

На сегодняшний день использование СППР необходимо во многих сферах, включая бизнес, медицину, промышленность, торговлю, страхование и даже государственное управление. В бизнесе, например, использование систем поддержки принятия решений позволяет дать оперативную и обоснованную оценку стоимости, разработать сценарии развития бизнеса, при этом экономя время на принятии производственных, инвестиционных и финансовых решений. Большое внимание уделяется разработке и внедрению систем поддержки врачебных решений (СППВР), основанных на знаниях, полученных из хранилищ историй болезней, литературных источников и от экспертов, и



Рисунок 1 – Пример составляющих СППР и задействованного инструментария

решающих задачи диагностики, прогнозирования и выявления патологий, анализа их динамики, подбора лечения и т.д.

В основе методов современных СППР лежат активно развивающиеся в настоящее время технологии искусственного интеллекта, обработки данных и математического моделирования, среди которых нейронные сети, байесовские сети, машинное обучение и теория игр. Четыре основных компонента СППР: data collection, data mining, моделирование и интерфейс.

Сегодня для анализа и выработки предложений в СППР используются такие методы, как: интеллектуальный анализ данных, поиск знаний в базах данных, рассуждение на основе прецедентов, имитационное моделирование, эволюционные вычисления, генетические алгоритмы, анализ категориальных данных, регрессионный и дисперсионный анализ, ситуационный анализ когнитивное моделирование и многие другие.

СППР развиваются в направлении всё большей адаптации к сложной динамике развития управленческих ситуаций. Среди тенденций можно отметить применение технологий, связанных с блокчейн-архитектурами, «граничными вычислениями» и распределёнными системами обработки данных. Будущее СППР лежит за гибкостью и совмещением данных технологий в стремлении к универсальности при решении задач.

### ***Список литературы***

1. Коньков И.И., Федоренко Г.А. Оценка потенциала российских компаний на ИТ-рынке и прогнозирование развития рынка информационных технологий на ближайшие несколько лет // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-8 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – С. 88-90
2. Душкин Р.В., Андронов М.Г. — Гибридная схема построения искусственных интеллектуальных систем // Кибернетика и программирование. – 2019. – № 4. – С.51-58.
3. В.П.Осипов, Сивакова Т.В., Судакова В.А., Нечаев Ю.И. Интеллектуальное ядро системы поддержки принятия решений // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. – Москва, 2018. - № 205. 23 с.

## **ВМЕСТЕ ПОРОЗНЬ: ЧТО ОБЩЕГО У ТЕОРИИ ИГР И ЭФФЕКТИВНОГО МАЙНИНГА?**

**Коршунова Ю.С., Макарец А.Б.**

*Саровский физико-технический институт — филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Развитие технологий в области криптовалюты, появление биткоинов и альткоинов привело к расширению интернета вещей. Для большинства людей, знакомых с криптовалютами, майнинг является всё еще слишком трудным и дорогостоящим видом деятельности. Сама возможность пассивно зарабатывать после первоначального вложения в простую систему и оборудование - останавливает основную массу потенциальных майнеров. Сомнения, стоит ли заниматься данной деятельностью, имеют вполне вещественную почву: всегда есть риск сжечь комплекующие до выхода на самоокупаемость, общая

непостоянность рынка. Но самую большую проблему составляют два фактора: высокий порог вхождения в сферу и высочайшая конкуренция.

Майнинговые пулы (Рис. 1) — это сервера, которые могут решить вышеназванные трудности, они снижают порог входа и повышают эффективность работы. Доходность от такого майнинга выше, чем при попытках добывать криптовалюты полностью автономно, но она далеко не идеальна. Ведь на самом деле пулы — это отдельные группы майнеров, в которых каждый участник процесса действует в своих интересах.

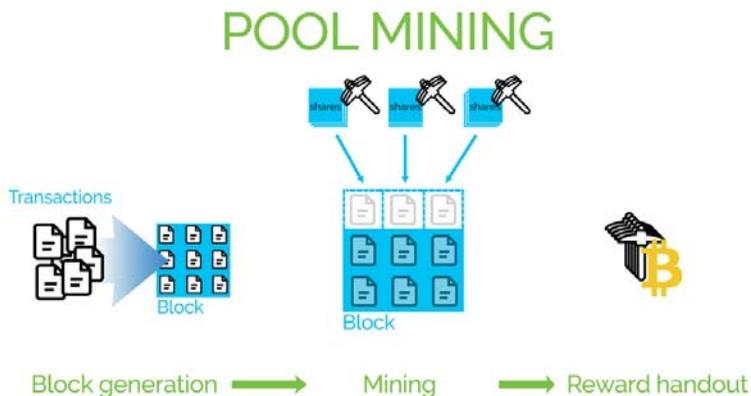


Рис. 1 Майнинговые пулы

Так причем тут теория игр и майнинговые пулы? Ведь известно, что майнинговые пулы являются лишь аккумулялирующими площадками, которые позволяют объединить усилия нескольких майнеров в одно целое и на этом их функции заканчиваются. Но ведь для маневра остается еще масса пространства. Например, принятие решения, куда и с какой силой этим самым кулаком «бить» для того, чтобы извлечь максимальную прибыль для всех участников нашей «игры».

Что может предложить теория игр для майнинга? Идея использования теории игр для криптовалют заключаются в том, чтобы моделировать человеческое мышление при создании сетей с заданными характеристиками, которые не нуждаются в надзоре и приносят пользу обществу.

#### **Список литературы:**

1. Бондаренко Сергей. Теория игр – инструмент, благодаря которому блокчейн-революция стала возможной. Сайт РАРИБ. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://rarib.ru/news/4349/40622.html?\\_cf\\_chl\\_jschl\\_tk\\_=130e9871eaca0786f5b2e76d6a290c8ed8b25b45-1611145992-0-ASvZuFzaS\\_nDbeoBYIFEtG43qM9\\_LWUxOOfMdw6Ox4VRlKzjAym\\_L0vk4BYyGZT4CReMMUbdRyECoQ7RZayw-msjKkrdCPymv3AKZpyXvYfo1sgGBnhTdkmd61DHfwHoUI5UuVH1xDLV\\_Vge](https://rarib.ru/news/4349/40622.html?_cf_chl_jschl_tk_=130e9871eaca0786f5b2e76d6a290c8ed8b25b45-1611145992-0-ASvZuFzaS_nDbeoBYIFEtG43qM9_LWUxOOfMdw6Ox4VRlKzjAym_L0vk4BYyGZT4CReMMUbdRyECoQ7RZayw-msjKkrdCPymv3AKZpyXvYfo1sgGBnhTdkmd61DHfwHoUI5UuVH1xDLV_Vge)

[XqfrrkgfJYKx0L4LUfPFh3H4Mfp7wEoMdsRMfprNv-9QWQvnFhhFL2XBJXOfS4XvrLzDJYAvrKM0vx1XgUcU4ysM2-8oiaX06QXvXhWhqS8sTeLodU1e0BMcjT3DI6hPcxAM-zv8S3R3yFvjplk3oCv8LmZe-ZVKyS5cgifHYeJDeFLiogMOuYPSEkuOMGe5IKowpOhE](https://ecrypto.ru/blokchejn/teoriya-igr-i-kriptovalyuta-chto-lezhit-v-osnovne-blokchejna-bitcoin.html)

2. Теория игр и криптовалюты: что лежит в основе блокчейна Bitcoin. Сайт "Crypto". - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://ecrypto.ru/blokchejn/teoriya-igr-i-kriptovalyuta-chto-lezhit-v-osnovne-blokchejna-bitcoin.html>

3. Костюченко М.А., Беляева Г.Д. Криптовалюта: сущность и перспективы развития // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XII всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 17-19 апреля 2018 г. / А.Г. Сироткина (отв. за выпуск). – Саров: изд. «Интерконтакт», 2018. С. 267-268.

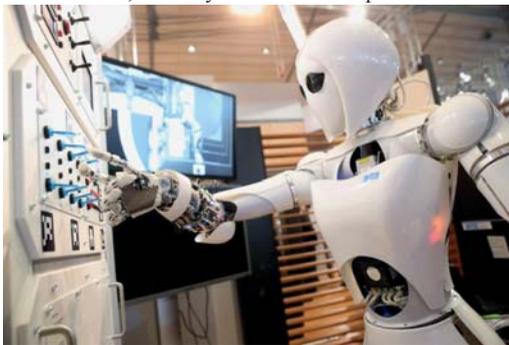
## РАЗВИТИЕ РОБОТОТЕХНИКИ В ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Палевнич Е.А

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Использование робототехники и компьютеризированных инструментов на атомных электростанциях (АЭС) признано настоятельно рекомендуемой практикой. Ключевым аргументом в пользу применения робототехники всегда было стремление избежать воздействия на человека опасных сред и задач, начиная от осмотра и общего обслуживания и заканчивая дезактивацией и действиями после аварий.

Для выполнения этих действий роботам необходимо использовать искусственный интеллект, улучшенные возможности датчиков, улучшенное слияние данных и соответствующие человеческие структуры ног и рук для эффективных движений (Рис.1). Робот должен обладать радиационной стойкостью, быть устойчивым к агрессивным веществам, которые применяют



при дезактивации поверхностей и он должен иметь большой гарантированный ресурс работы. Робот с низким ресурсом может сам превратиться в радиоактивные отходы.

Очистка ядерных отходов - один из ключевых факторов развития робототехники. В 1979 году были разработаны автоматизированные работы, чтобы сразу

Рис.1. Интеллектуальный робот для работы на АЭС

приступить к действиям, проводить испытания и инспекционные работы, а также выполнять задачи по выводу из эксплуатации, которые считаются слишком опасными для человека. Развитие компьютерного зрения облегчит реализацию оптимизированной навигации и алгоритмы локализации для эффективной работы поиска и роботов-спасателей на АЭС. Для исправления радиационных выбросов на АЭС роботы будут использовать новые материалы для поддержания нормальной работы электронные устройства.

На станциях будущего будут работать более умные и функционально сложные интеллектуальные роботы, которые смогут выполнять различные виды деятельности и способны решать нежелательные ситуации.

Российский рынок робототехники планомерно развивается. Отечественные компании активно ведут разработку роботов для атомной энергетики, что, безусловно, положительно скажется на развитии мировой робототехники.

### **Список литературы**

1. Огурцова К.С., Макарец А.Б. Современные интеллектуальные роботы. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 307.
2. Robotics for Nuclear Power Plants. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: [https://www.researchgate.net/publication/261169567\\_Robotics\\_for\\_Nuclear\\_Power\\_Plants\\_-\\_Challenges\\_and\\_future\\_perspectives](https://www.researchgate.net/publication/261169567_Robotics_for_Nuclear_Power_Plants_-_Challenges_and_future_perspectives)
3. «Атомные» роботы помогут в замыкании ядерного топливного цикла. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://strana-rosatom.ru/2020/06/01/атомные-роботы-помогут-в-замыкании/>

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Босенко Д.С.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В настоящее время на мировом рынке наукоемких промышленных изделий отчетливо наблюдаются три основные тенденции:

- повышение сложности и ресурсоемкости изделий;
- ужесточение конкуренции на рынке;
- развитие кооперации между участниками жизненного цикла (ЖЦ) изделия (в том числе создание "виртуальных предприятий" за счет привлечения контрактных разработчиков и производителей).

Основной проблемой, стоящей сейчас перед отечественной промышленностью, является повышение конкурентоспособности выпускаемых изделий с учетом перечисленных тенденций. Добиться повышения конкурентоспособности изделия можно за счет:

- повышения степени удовлетворения требований заказчика;
- сокращения сроков создания изделия;
- сокращения материальных затрат на создание изделия.

Концепция автоматизации производства, реализуемая в условиях необходимости оперативного реагирования на изменение требований рынка, должна базироваться на применении процессного подхода, ориентированного на повышение качества и сокращение срока выпуска продукции.

Эти подходы основаны на организации производственной деятельности в условиях единого информационного пространства, инструментами создания которого является комплексное внедрение компьютерных технологий на следующих этапах, интегрированных в рамках концепции цифрового производства:

- управление производственными процессами;
- управление материально-техническим обеспечением производства;
- проектирование и управление процессом проектирования;
- технологическая подготовка производства и управление процессом технологической подготовки производства;
- управление изготовлением изделия;
- логистическое сопровождение изделия.

При создании единого информационного пространства (ЕИП), построенного на принципах интеграции разнородного программного обеспечения, перед специалистами в области информационных технологий встаёт целый ряд проблем, связанных с изменением подходов к организации производственных

процессов, поскольку необходимо автоматизировать не отдельные участки и/или процессы производства, а поэтапно реализовывать концепцию автоматизации производства в целом.

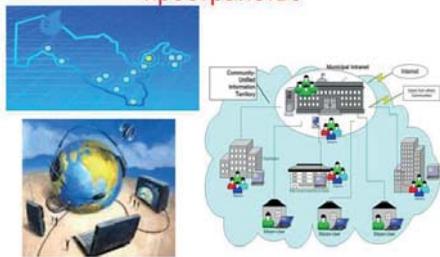
Деятельность всех подразделений предприятия представляет собой множество взаимообусловленных и взаимосвязанных процессов, каждый из которых должен предусматривать достижение

заданной цели, решения поставленной задачи с определенными значениями параметров процесса. Это, казалось бы, очевидное утверждение достаточно сложно реализовать на практике. Основная «теоретическая» трудность состоит в отсутствии навыков декомпозиции целей и формализации ценности изделия – для конечного потребителя, на каждом этапе его создания.

Практические же трудности начинаются с момента осознания высшим руководством необходимости достаточно серьезных материальных вложений в создание единой информационной среды. Предстоит приобретение лицензионного программного обеспечения, средств вычислительной техники, периферийного и сетевого оборудования, а также изыскание финансовых и временных ресурсов на повышение квалификации кадров.

То есть речь идет о первом шаге создания единого информационного пространства - выборе специализированного программного обеспечения (СПО)

### Единое информационное пространство



из широкого набора предложений на рынке CAD/CAM/CAE/PDM/PLM/MES/ERP систем.

### **Список литературы:**

1. Формирование единого информационного пространства. Сайт <<http://window.edu.ru>>. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: [http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/093/66093/37587?p\\_page=7](http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/093/66093/37587?p_page=7)
2. Ометова Е.М., Танаев М.С., Макарец А.Б. Цифровое предприятие в рамках концепции «Индустрия 4.0». // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 308-309.

## **ВОПРОСЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ В ПЕРИОД РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОРОНОВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ**

**Морозкина В.И.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Развитие информационной безопасности - очень острый вопрос, волнующий каждого, кто пользуется смартфонами, планшетами и ноутбуками. В последнее время участились случаи взлома хакерами личных данных и прочие неприятности, влекущие за собой падение авторитета компаний. Ситуация усугубилась в связи с распространением коронавирусной инфекции. Многие фирмы переводят своих сотрудников на удаленную работу. Но, если крупная корпорация способна обеспечить информационную безопасность на компьютерах, предоставляя работникам рабочие ноутбуки с особой системой защиты, то небольшие частные компании, которых в нашем мире гораздо больше, чаще всего пренебрегают безопасностью и позволяют своим сотрудникам столкнуться с атакой на данные со своих личных компьютеров. Риски и угрозы информационной безопасности приобретают более изощренный и массовый характер.

Но если посмотреть на ситуацию под другим углом, то можно понять, что мы давно находимся в едином информационном, порой совершенно небезопасном пространстве, где каждое наше элементарное действие может быть перехвачено незамысловатой хакерской атакой. Оплачивая картой на любимом сайте одежды или косметики, чуть ли не каждый может стать жертвой мошенников. Бдительность и внимательность совсем не гарантирует вам успех в информационном пространстве. Очень часто только программист – профессионал сможет «раскусить» хакера и предотвратить вторжение.

Пандемия поспособствовала развитию дистанционного обучения и интернет-торговли. Огромное количество людей стали работать удалённо, имея связь с офисами только по средствам компьютера. Однако положительный технологический эффект послужил толчком к резкому росту преступности в IT-сфере. По данным АНО "Цифровая экономика", с начала года в России зафиксировано 363 тысячи киберпреступлений, что на 77 % больше, чем за аналогичный период прошлого года. "В каждом пятом регионе страны их число увеличилось в два и более раза", – отмечается на официальном сайте организации.

Получается, что в период распространения коронавирусной инфекции в мире значительно возросла роль информационной безопасности. Поэтому компании должны гораздо более тщательно подходить к обеспечению безопасности своих данных и личных данных сотрудников, а люди, которые стали активно пользоваться интернетом должны более ответственно подходить к вопросам личной безопасности своих накоплений и следить за теми ссылками, которые очень часто стали всплывать на экране смартфонов.

Основное и самое важное направление ИБ в наше время – криптография. Именно она стала основным направлением шифрования данных пользователей. Благодаря криптографии и новым возможностям наших гаджетов (Face ID, вход по отпечатку пальца) пользователь может быть в безопасности, работая из дома, совершая покупки в интернете и оплачивая квитанции ЖКХ через сайт.

Пандемия сыграла на руку многим хакерам и нарушила привычный уклад жизни практически каждой организации. Но, как известно, человек очень быстро ко всему привыкает и мы обязаны придерживаться новых правил кибербезопасности, чтобы держаться на плаву в информационном пространстве.

#### ***Список литературы:***

1. Караганова К. А. Современные проблемы информационной безопасности // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 7-9 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – С.124-125.
2. Добродеев А. Ю. Показатели информационной безопасности, как характеристика соответствия сетей и организаций связи требованиям информационной безопасности // Труды ЦНИИС. Санкт-Петербургский филиал. 2020. Т. 2. № 10. С. 50-78.
3. Афанасьева Е.Л., Мамателашвили О.В., Шония О.Б. Информационная безопасность в системе экономической безопасности организации // В сборнике: Актуальные проблемы обеспечения экономической безопасности государства, регионов, предприятий. Сборник научных статей IV Международной научно-практической конференции. Уфа, 2020. С. 203-206.

### **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ МЕТОДА «РЕАЛИЗАЦИЯ УЛУЧШЕНИЙ» В ЧАСТИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Суббот Н.В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Метод «Реализация улучшений» основан на понятии внедрения улучшений, которое реализуется концепцией бережливого производства (Lean Manufacturing). При реализации проектных решений метода «Реализации улучшений» будут реализованы следующие инструменты бережливого производства: стандартизация работы; организация рабочего пространства (5S); визуализация.

Для того чтобы запустить процесс внедрения ППУ используя метод «Реализация улучшений» автор заполняет электронную форму бланка ППУ.

Запланированы проектные роли метода «Реализация улучшений»: руководитель рабочей группы; аналитик процесса (бизнес аналитик); автор ППУ; аудитор; администратор.



- Рисунок 1 Алгоритм работы метода «Реализация улучшений»

Требуется перечень выходных данных метода: реестр ППУ; бланк ППУ; показатели эффективности ППУ; затраты на реализацию ППУ; количество поданных ППУ; количество реализованных ППУ; архив файлов ППУ. Требования к отчетным формам делятся на два направления: по одному ППУ («Карточка ППУ», включает в себя все заполняемые атрибуты по выбранному ППУ); сводные отчеты по внедряемым ППУ за выбранный период (предоставляет возможность выбора желаемого формата выгрузки отчета в виде выпадающего списка из всех заполняемых атрибутов одного ППУ и обобщающих показателей, таких как показатели эффективности, затраты на реализацию, количество поданных ППУ, количество реализованных ППУ в формате DOC, XLS, PDF и сохранением их в файловой системе).

Представленные проектные решения актуальны. Направлены подрядчику для работы в сентябре 2020 года. В настоящее время проходит работа по приемке базовой функциональности реализованных блоков программного модуля «Система моделирования процессов жизненного цикла изделий». Работы по приемке инструмента «Технологии бережливого производства» запланированы на 2021 год.

### **Список литературы:**

1. Соловьев Т.Г., Федоренко Г.А. «Цифровое предприятие» - концепция комплексной автоматизации современного предприятия ядерно-оружейного комплекса // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов X всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 8-11 апреля 2016 г. / А.Г. Сироткина (отв. за выпуск). – Саров: изд. «Интерконтакт», 2016. – С.189-190.
2. Отчет от 28.09.2020 без № «Комплекс программ в защищенном исполнении «Система полного жизненного цикла изделий «Цифровое предприятие». Программный модуль «Система моделирования процессов жизненного цикла изделий». Отчет «Разработка проектных решений в части бережливого производства». Редакция 3», Управление развития ПСР РФЯЦ-ВНИИЭФ, 74 с.

## ПРОБЛЕМА РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ В РОССИИ

Огурцова К.С.

*Саровский физико-технический институт - филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

В Российской Федерации большое внимание уделяют развитию информационных технологий, понимая, что нельзя уступать европейским и азиатским странам в разработке различных технологий. Для того, что бы достичь назначенных целей Правительство РФ в 2019-2024 гг. планирует выделить средства на развитие проекта "Цифровая экономика Российской Федерации". Это важный шаг для создания идеального информационного общества с отлаженной информационной системой. Но, не смотря на финансирование государством, Российская Федерация все равно сильно отстает по развитию информационно коммуникационных технологий в отличии от стран-лидеров.

	Индекс развития ИКТ		В том числе субиндексы					
			Доступ к ИКТ		Использование ИКТ		Практические навыки использования ИКТ	
	Место в рейтинге	Значение	Место в рейтинге	Значение	Место в рейтинге	Значение	Место в рейтинге	Значение
Исландия	1(+1)	8,98	2(0)	9,38	5(0)	8,7	9(+11)	8,75
Республика Корея	2(-1)	8,85	7(0)	8,85	4(0)	8,71	2(+1)	9,15
Швейцария	3(+1)	8,74	8(0)	8,85	2(+1)	8,88	31(0)	8,21
Дания	4(-1)	8,71	14(0)	8,39	1(0)	8,94	6(0)	8,87
Великобритания	5(0)	8,65	4(0)	9,15	7(+1)	8,38	33(-4)	8,17
<b>Россия</b>	<b>45(-2)</b>	<b>7,07</b>	<b>50(+4)</b>	<b>7,23</b>	<b>51(-4)</b>	<b>6,13</b>	<b>13(+1)</b>	<b>8,62</b>

Рис. 1. Индекс развития стран в сфере информационно-коммуникационных технологий 2017 (в сравнении с 2016)

С тем, чтобы снизить темпы отставания в данной области, Российская академия наук силами Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации, Совета по автоматизации научных исследований РАН и Рабочая группа с привлечением различных ведомств развивают работу по ИТ-направлениям, в том и числе и направлению открытых систем.

Основная работа направлена на анализ, создание обобщенной модели среды открытых систем, а также попытки формализации моделей, классификацию профилей и принципов их построения. Выбор модели, наряду с выбором единой терминологии и основных определений и понятий, является необходимым начальным этапом работ.

Важным событием можно считать также продвижение Концепции открытых систем в медицину. Приказом по департаменту здравоохранения г.

Москвы создаются орган и лаборатория сертификации, задача которых — обеспечить качество технических и программных средств вычислительной; техники, закупаемых для московских медицинских учреждений. Создание органа и центра сертификации по медицинской информатике означает необходимость формирования отраслевого профиля.

#### ***Список литературы***

1. Бондарь С.И., Мамонов Ю.В., Макарец А.Б. Развитие открытых информационных систем в России. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С.284-286.
2. Дубова Н. Добро пожаловать в цифровой мир: "большая семерка" ОС, версия 2018. // Открытые системы. СУБД. 2017. № 4. – с. 26-28.
3. Перспективы развития информационных технологий в России. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://wiki.merionet.ru/seti/49/perspektivy-razvitiya-informacionnyx-technologij-v-rossii/>

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО КРИЗИСА В ОСВЕЩЕНИИ COVID-19**

**Володина Т.О.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

С конца XX века началось активное проявление информационного кризиса – общемирового феномена, представляющего собой парадоксальное единство между существующим информационным избытком и одновременно информационным «голодом». В течение ряда последних десятилетий объем знаний увеличивается экспоненциально, что приводит к их лавинообразному накоплению. На сегодняшний момент общество как производитель отстает от себя как потребителя: индивиды психически и физиологически не в состоянии воспринять и переработать за приемлемый промежуток времени весь тот массив информации, что уже создан и продолжает непрерывно генерироваться социумом. В результате вычлнить нечто конкретно нужное во всем имеющемся становится крайне проблематично. Настоящий кризис затрагивает все сферы человеческой жизнедеятельности, и чем важнее и актуальнее данная область, тем более выражено его проявление. В немалой степени этому способствует деятельность СМИ, активно освещающих значимые для общества темы с помощью современных информационных технологий.

Сегодня наиболее распространенной разновидностью информационных технологий является Интернет, самый массовый и оперативный источник информации [1].

В свете вышеизложенного закономерно, что повсеместно распространившийся COVID-19 буквально «заразил» сайты и СМИ. Коронавирус вызвал на нашей планете еще одну пандемию – пандемию новостей.

СМИ практически всего мира ежедневно публикуют большое количество материалов, посвященных данной теме. Коронавирус буквально подчинил себе все сферы деятельности, образ жизни и средства массовой информации: телевидение, радио, прессу, интернет. В связи с этим некоторые издания даже меняют названия, пример тому деловая газета «Ведомости», которая 20 марта вышла под новым наименованием «Все домой» с целью привлечения внимания к проблеме COVID-19 <...> Не только названия, обложки, но и верстка отображает актуальную глобальную проблему современности, например, верстка материала газеты The New Times об ограничении контактов при коронавирусе [2] (Рис. 1).

Последствия имеющей место массовой новостной атаки являются типичными для воздействия информационного кризиса на человека.



Специалисты по всему миру отмечают нарастание психического дискомфорта у людей и обострения у них разнообразных стрессовых проявлений.

Исследователи анализируют причины и одной из главных называют переизбыток информации о COVID-19.

Рис.1. Отражение темы коронавируса в СМИ

Высокий уровень ситуативной тревожности выявлен во всех возрастных

группах, кроме старшей, там показатели в пределах верхней границы нормы. Также усиливаются депрессивные тенденции. <...> Распространенность фобических реакций можно связать с распространением инфодемии. На момент проведения исследования в СМИ огромное количество противоречивой информации, новостной поток состоит исключительно из новостей о развитии заболевания, количества заболевших и умерших [3].

Никогда ранее ни одно событие не доминировало в новостях в такой степени и столь длительный период времени, как тема коронавируса. Это – реакция на общественный интерес. По данным Яндекс-сервиса Вордстат, за один только последний месяц количество запросов со словом «COVID» составляет 1 282 309, «ковид» – 6 498 756, «коронавирус» – 40 352 055. Таким образом, неугасающее внимание к теме и дальше будет провоцировать генерацию новой информации и значит хронической становится не только сама пандемия, но и вызванный ею информационный кризис.

### Список литературы

1. Груздева Т. И. Место и роль информационных технологий в современном мире // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 271-273.
2. Пестова М.Е., Сафонов Е.А. Пандемия нового десятилетия: освещение темы коронавируса в СМИ // Медиасреда. 2020. № 17. – С. 166-172.

3. Холодова Ю. Б. Динамика тревожности в период COVID-19 // Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции: COVID-19 и современное общество: социально-экономические последствия и новые вызовы. Пенза. 2020. – С. 139-142.

## КОГНИТИВНОЕ ИСКАЖЕНИЕ КАК ТОЛЧОК К ОБУЧЕНИЮ СИСТЕМЫ С КОЛОССАЛЬНЫМ ТВОРЧЕСКИМ И НАУЧНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ

Калинников И.В.

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Когнитивные искажения играют важную роль в формировании интеллектуальных систем на основе нейроморфных процессоров и когнитивных архитектур. Проектирование вычислительных систем, искажающих рациональный выбор, очень перспективно [2]. Так, например, человек, порой, отклоняется от теории рационального выбора и выбирает наиболее гениальное суждение, и это объясняется категориями эвристики. Да, здесь есть исключения, и иногда эвристика приводит к «серьезным систематическим ошибкам» – слепоте к когнитивным искажениям. Рассмотрев диаграмму искажений [3] и построив на ее основе модель (Рисунок 1), достаточно просто понять, как формируется «гениальное» или «ошибочное» мышление.

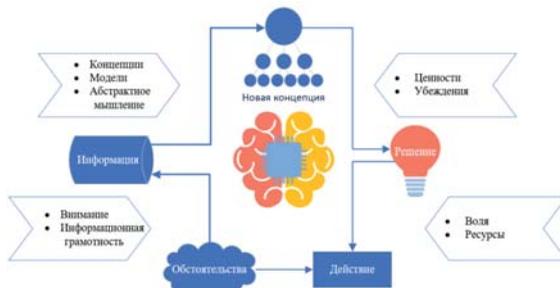


Рисунок 1 – Модель возникновения когнитивных искажений

Так, в центре находится когнитивный механизм, которому приходится реагировать на окружающие его условия. Во время обучения когнитивная система накапливает эффективные связи (опыт) для ответа на действия. Модель, состоящая из трех элементов, вполне рабочая при условии, что обстоятельства, в которых находится когнитивная система, не изменяются координально. Но, что произойдет, если обстоятельства будут изменяться быстрыми темпами, либо будут полностью новы для системы? Для решения этого вопроса следует ввести такие элементы, как информация, интерпретация – структура, выстроенная для понимания поступившего действия, и решение – выбор, как ответить на вызов. Формирование когнитивного искажения происходит на переходных элементах модели. Так, внимание формирует новую информацию, позволяющую заметить, выделить, либо пропустить атрибут действия. Возможность выделить нерелевантный элемент, как ни странно,

часто, повышает релевантность решения всей системы! После сбора «выделенной» информации происходит соотношение ее с уже существующей концепцией, моделью, порядком мышления, сформировав новую модель знания. То есть, одним из аспектов для повышения «гениальности» когнитивных решений является расширение вариабельности, а также повышение эрудиции системы при обучении и взаимодействии с обстоятельствами. Убеждения позволяют сделать выбор, расставляя приоритеты в построенной модели, для принятия окончательного решения. И наконец, ресурсы и воля позволяют ответить на действие или вопреки рациональному подходу, или усиливая его. Текущая модель позволяет оценить все возможные переходные процессы для выявления ошибок в когнитивной интерпретации. Описав механизмы усиления «гениальности», не стоит забывать, что, возможно, произошел координальный сдвиг системы, и последующие решения могут быть уже более ошибочными, чем ранее. Для решения этих проблем должен быть разработан процесс по определению исключений принятия решения. Система должна определять, частный это случай или исключение из правил.

Когнитивные вычисления играют важную роль. Тонкости обучения позволяют обеспечить наиболее низкий процент ошибок. Применение когнитивных искажений является одним из особых способов повышения эффективности решения задач. Нужно сказать, что направление когнитивных технологий на текущий момент остается очень новым, и разработка систем, учитывающих когнитивные искажения под самые разные области, требуют новых инструментов из всех имеющихся решений.

#### ***Список литературы:***

1. IBM Reserch. Cognitive Computing Programming Paradigm: A Corelet Language for Composing Networks of Neurosynaptic Cores. [Электронный документ]. – URL: [https://github.com/emintham/Papers/blob/master/IBM-Cognitive Computing Programming Paradigm: A Corelet Language for Composing Networks of Neurosynaptic Cores.pdf](https://github.com/emintham/Papers/blob/master/IBM-Cognitive%20Computing%20Programming%20Paradigm%20A%20Corelet%20Language%20for%20Composing%20Networks%20of%20Neurosynaptic%20Cores.pdf)
2. Коровкин И.А. Психологическая интуиция искусственных нейронных сетей // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 2-4 апреля 2019 г. / А.Г. Сироткина (отв. за выпуск). – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С.286-287.
3. Список когнитивных искажений [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_когнитивных\\_искажений](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_когнитивных_искажений).

### **УГРОЗА БЕЗРАБОТИЦЫ ИЗ-ЗА РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА Кузнецова М.П.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Искусственный интеллект (ИИ), еще недавно существовавший лишь в научной фантастике, на сегодняшний день является одной из наиболее

перспективных и быстро развивающихся технологий. С одной стороны, развитие ИИ – это огромный научный шаг. С другой – возможное негативное влияние ИИ и смежных с ним технологий (машинное обучение, автономные аппараты) на международные отношения и различные сферы общественной жизни [1].

Большая часть опасений, выражаемых людьми по поводу ИИ, связана с тем, что нас заменит превосходящая форма интеллекта, способная мыслить так, как мы не можем себе представить, и побеждать нас практически в каждой роли, которую мы можем ей дать (рис.1).

По прогнозам аналитиков, в ближайшие двадцать лет машины могут занять или радикально изменить около половины существующих в мире рабочих мест. 65% учащихся сегодня в начальных классах будут иметь абсолютно новые, не существующие ныне профессии. Сокращение рабочих мест в наибольшей степени коснется офисных профессий (4,91%) и производственного сектора (1,63%). В пределах 1% также должна сократиться занятость в таких сферах, как дизайн, индустрия развлечений, строительство и продажи. В свою очередь, наиболее значительный прирост рабочих мест предсказуемо ожидается в сфере компьютерных технологий (3,21%), архитектурных и инженерных специальностях (2,71%) и менеджменте (чуть менее 1%) [2].

Под угрозой автоматизации в среднесрочной перспективе также предсказуемо окажутся профессии, связанные с транспортом. Развитие технологии самоуправляемых автомобилей способно радикальным образом изменить рынок как пассажирских, так и в особенности грузовых перевозок.

Среди профессий, которые с наименьшей вероятностью пострадают в краткосрочной перспективе, чаще всего называют те, которые связаны с интеллектуальным трудом или подразумевают непосредственный персональный контакт с клиентом [3]. Например, писатель, художник, инженер-проектировщик и т.д.

Можно говорить о том, что основная занятость постепенно переместится из сферы услуг в другие сектора экономики, многие из которых еще только предстоит создать. Впрочем, подобная перспектива не уникальна – она скорее является подтверждением революционного характера происходящих перемен.

Способы снижения социальных последствий автоматизации труда уже давно находятся в центре дискуссии о IV промышленной революции и развитии технологии ИИ. Среди возможных мер обсуждается, в частности,



Рис. 1 ИИ и автоматизация командуют  
«На выход!»

«налог на роботов». Полученные от подобных выплат средства должны использоваться правительствами для создания систем социального обеспечения, ориентированных на тех, кто лишился работы в результате автоматизации [4].

Среди возможных способов, которые могут смягчить последствия грядущей перестройки мировой экономики, также называют изменение природы занятости. Технологические изменения и расширение доступа к Интернету позволяют все большему количеству людей работать дистанционно. Таким образом, часть тех, кто потеряет работу, сможет найти себя в новой экономике без необходимости смены места жительства.

Нельзя не отметить, что все перечисленные меры носят ограниченный характер и вряд ли соответствуют масштабам изменений, которые принесет IV промышленная революция. Чтобы избежать массовой безработицы и социальной нестабильности, государствам в краткосрочной перспективе придется разработать комплексные стратегии по адаптации населения к новым условиям. Весьма вероятно, что потребуются разработка программ массового переобучения граждан новым специальностям. По некоторым оценкам, вплоть до 85% профессий, которые будут востребованы в 2030 г., на сегодняшний день еще не существуют. Текущие же системы образования даже в развитых странах еще не адаптировались к новой реальности.

### ***Список литературы***

1. Малкаров А.А., Макарец А.Б. Внедрение искусственного интеллекта в SIEM-технологии. Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 7-9 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – 58-59 с.
2. The Future of Jobs // World Economic Forum 2016 [Электронный ресурс]. — 2016. — URL: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf)
3. Employment in industry. International Labour Organization, ILOSTAT database // The World Bank. 2018 [Электронный ресурс]. — 2018. — URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SL.IND.EMPL.ZS>
4. «Налог на роботов» [Электронный ресурс]. — 2017. — URL: <https://www.rbc.ru/business/18/02/2017/58a7ee769a7947fbc0503587>

## **ИНТЕРФЕЙС ЧЕЛОВЕК-КОМПЬЮТЕР**

**Лаптев И.В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Важную роль в нашей жизни для общения с другими людьми играет электроокулограмма (ЭОГ), основанная на человеко-компьютерном интерфейсе, играет жизненно важную роль. Используя этот метод, мы можем превзойти традиционные методы с точки зрения производительности и точности. Чтобы преодолеть эту проблему, ученые анализируют сигнал ЭОГ от двадцати субъектов, чтобы разработать человеко-компьютерный интерфейс (ЧКИ) на основе ЭОГ с девятью состояниями, используя систему из пяти электродов для измерения горизонтальных и вертикальных движений глаз. Сигналы были предварительно обработаны для удаления артефактов и

извлечения ценной информации из собранных данных с использованием диапазона частот, преобразования Гильберта-Хуанга и отобранные с помощью нейронной сети распознавания образов для классификации задач. Точность распознавания была проанализирована в автономном режиме, чтобы определить возможности разработки человеко-компьютерного интерфейса. Сравнивают два метода извлечения признаков с результатами нейронной сети распознавания образов, чтобы проанализировать лучший метод классификации задач и выявить лучший для разработки ЧКИ.

Экспериментальный результат подтверждает, что для классификации, а также для распознавания точности собранных сигналов использование мощностей диапазонов с нейронной сетью распознавания образов показывает лучшую точность по сравнению с другими сетями, используемыми в этом исследовании. Сравнивались показатели



Рисунок 1 - Электроокулография как интерфейс человек-компьютер

мужчин и женщин разных возрастных групп, чтобы определить производительность системы. Из этих сравнений пришли к выводу, что показатели мужчин были заметно выше по сравнению с женщинами, а также в возрастной группе от 26 до 32 лет производительность и точность распознавания были выше по сравнению с другими возрастными группами, использованными в этом исследовании.

Рассмотрим применение электроокулограммы на основе эффективного человеко-компьютерного интерфейса. Создание альтернативного способа общения без разговоров и движений рук важно для повышения качества жизни людей с ограниченными возможностями. Системы на основе ЭОГ в некоторых случаях более эффективны, чем системы на основе электроэнцефалограммы. Используя реализованную виртуальную клавиатуру, можно письменно уведомить о потребностях пациента в относительно короткое время. Новая система ЧКИ на основе ЭОГ позволяет людям успешно общаться с окружающей средой, используя только движения глаз (рис. 1). Исследователи реализовали классификацию сигналов горизонтального и вертикального каналов ЭОГ в эффективном интерфейсе. Новая система основана на микроконтроллере с коэффициентом подавления синфазного сигнала 88 дБ, электронным шумом 0,6 мкВ и частотой дискретизации 176 Гц. Метод k-ближайших соседей используется для классификации сигналов, и эффективность классификации составляет 95%. Новая система ЧКИ на основе ЭОГ позволяет людям успешно и легко общаться со своим окружением, используя только движения глаз.

### **Список литературы**

1. Карпушова Т.А., Шишулина А.В., Макарец А.Б. Современное развитие нейро-интерфейса "человек-компьютер" // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 6-8 апреля 2017 г. / А.Г. Сироткина (отв. за выпуск). – Саров: изд. «Интерконтакт», 2017. – С. 92-92.
2. Туровский Я.А., Борзунов С.В., Вахтин А.А. Разработка оценочной функции для интерфейса человек-компьютер на основе понятия "эмоций" интерфейса // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2017. № 4. – С. 148-153.
3. Design of a Novel Efficient Human–Computer Interface: An Electrooculogram Based Virtual Keyboard. [Электронный ресурс]. Режим доступа:  
[https://www.researchgate.net/publication/224602202\\_Design\\_of\\_a\\_Novel\\_Efficient\\_Human-Computer\\_Interface\\_An\\_Electrooculogram\\_Based\\_Virtual\\_Keyboard](https://www.researchgate.net/publication/224602202_Design_of_a_Novel_Efficient_Human-Computer_Interface_An_Electrooculogram_Based_Virtual_Keyboard)

## **Уязвимости программного обеспечения смартфонов**

**Мохов А.Ю.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Использование мобильных устройств непременно растет. Компании-производители телекоммуникационного оборудования прогнозируют, что в ближайшие годы в мире будет более шести миллиардов пользователей смартфонов и это намного больше, чем пользователей стационарных телефонов [3].

Одной из причин такого роста является то, что смартфоны и планшеты становятся все более мощными и в какой-то степени уже заменяют обычный персональный компьютер для решения тех или иных задач, а компании с готовностью внедряют политики использования собственных мобильных устройств сотрудников для получения доступа к корпоративным сетям с применением персональных технологий. Однако при этом быстро растет количество мобильных вредоносных программ, предназначенных для заражения смартфонов и планшетов (рисунки 1).



Рис.1. Уязвимости смартфонов

Люди привыкли доверять своим мобильным устройствам очень чувствительную информацию. Это касается и файлов, хранимых на устройстве, и того, что передается беспроводным путем. Пользователи смартфонов вряд ли часто задумываются о том, что кто-то может целенаправленно навредить их смартфону или похитить данные. Создается ложное ощущение собственной

безопасности, основанное как на доверии к технологиям, так и на убеждении “а кто меня будет ломать, кому я так сильно нужен?”.

С каждым годом увеличивается количество уязвимостей, которые обнаруживаются в программном обеспечении мобильных устройств, а также количество вредоносных программ для мобильных устройств, к которым можно отнести sms-трояны, мобильные программы-вымогатели, вредоносное ПО, передающееся через MMS и много других, которые используют уязвимые места программного обеспечения смартфонов и планшетов. При этом растет не только их количество, но и их разновидность. И не стоит забывать, что способов атаковать мобильный телефон существует предостаточно. Стоит отметить, что даже описание многих таких способов находится в общедоступной глобальной сети Интернет, причем многие из них достаточно просты в реализации. Поэтому злоумышленник может с легкостью получить доступ к вашему мобильному устройству и долгое время получать важную информацию о вас и о вашей компании, если вы вовремя не предприняли меры устранения уязвимых мест на вашем смартфоне, например, не обновив программное обеспечение, в котором были исправлены обнаруженные ранее уязвимости.

Все мы прекрасно знаем правила информационной безопасности и стараемся их соблюдать. Однако, когда речь заходит о наших мобильных устройствах, мы зачастую не замечаем или не понимаем опасность. И так как хакеры и злоумышленники всегда на шаг впереди нас, нужно быть всегда предельно осторожными и бдительными.

### ***Список литературы***

1. Бегунов Н.А. Некоторые аспекты обеспечения безопасности мобильных устройств в процессе их эксплуатации // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 7-9 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – С.126-128.
2. Булгакова А.О., Николаев Д.Б., Беликов А.Е. Анализ современных угроз информационной безопасности технических систем и технологических решений // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов X всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 12-14 апреля 2016 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2016. – С.5-6.
3. Мобильные угрозы: защита смартфонов и планшетов [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/threats/mobile>.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ВСЕХ СФЕР ОБЩЕСТВЕННОЙ ЖИЗНИ В ПРОЦЕССЕ СТАНОВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА**

**Солодовникова А.С.**

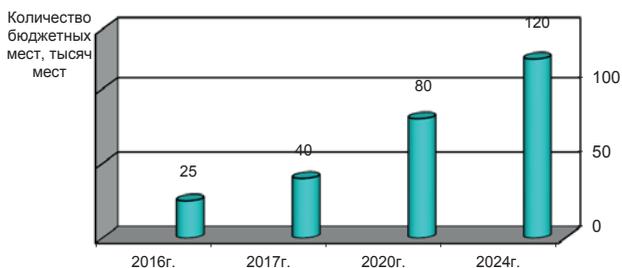
*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФ, г.Саров*

Нам довелось жить в динамичный, насыщенный событиями, драматичный период истории, наблюдать смену общественной формации. Произошла

трансформация постиндустриального общества последней трети 20-го века к информационному обществу начала 21 века.

Современный этап информатизации в России сопровождается внедрением наукоёмких технологий: это технологии искусственного интеллекта, квантовые технологии, Big Data, блокчейн, высокоскоростные технологии беспроводной связи и др.

Основным координирующим звеном в комплексе мероприятий по информатизации России является Программа «Информационное общество». Задачи госполитики по развитию информационного общества лежат в области образования и развития ИКТ-услуг, отвечающих российским культурным традициям.



**Рисунок 1 – Кол-во бюджетных мест в вузах на ИТ специальностях**

К 2024 году потребность в кадрах для «Цифровой экономики» увеличится до 120 тысяч человек. Если три года назад количество бюджетных мест, на которых обучались в институтах по ИТ-специальностям, было 40 тысяч, то сегодня 80 тысяч. В образовательные программы по всем областям образовательной деятельности планируется включить модули по искусственному интеллекту и анализу больших данных [3].

Достижение поставленных целей определяется внушительными объёмами выделяемых на их реализацию финансовых ресурсов. Бюджет нацпроекта «Цифровая экономика» за период 2018-2020 гг. составил 500 млрд рублей. Практику цифровой трансформации уже прошли крупнейшие компании России: Ростелеком, Вымпелком, НЛМК, Северсталь, ВТБ, Почта России, Банк «Открытие».

В периоде с 2021 год до 2024 года основная часть расходов пойдёт на поддержку отечественных разработчиков софта и создание «Суверенного интернета».

По нацпроектам в Нижегородской области в 2020 году наблюдается 38%-ный рост - по объёму финансирования и объёму мероприятий.

Таким образом, информатизация общества в РФ способствует:

- превращению информации и знаний в ресурс развития всех сфер жизни общества;
- укреплению институтов гражданского общества;
- обеспечению права граждан на свободное получение, распространение и использование информации;
- расширению возможностей саморазвития личности.

Мировой российский опыт информатизации общества показывает, что не существуют универсальные модели информатизации, и в России процесс информатизации идет по своему сценарию.

### Список литературы

1. Галкина Д.А., Коньков И.И. Цифровизация как метод постиндустриализации современной России // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-8 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – С. 74-75.
2. Ционина М. Б. Информационное общество: проблемы и перспективы // Информационное общество: состояние, проблемы, перспективы. Сборник статей по материалам Международной научно-практической интернет-конференции - 15 мая-19 июня 2017 г. - Москва: изд. «РЭУ им. Г.В.Плеханова», 2017.– С. 401-406.
3. Потребность в ИКТ-кадрах. Сайт «www.comnews.ru». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.comnews.ru/content/204216/2020-01-27/2020-w05/potrebnost-ikt-kadrah-vyrastet-chetvert>.

## РАЗВИТИЕ АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМ

Лялин Е.С., Макарею А.Б.

Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

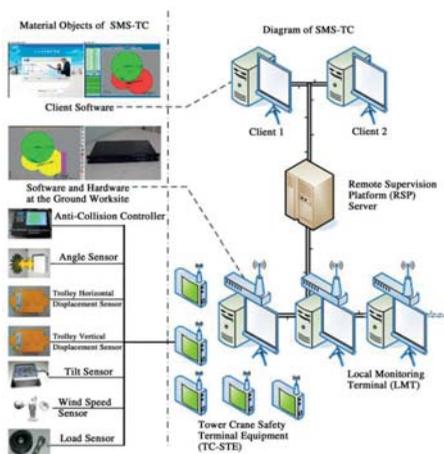


Рис. 1 — Архитектура системы предсказательного технического обслуживания сложных многообъектных систем в концепции Индустрии 4.0

Архитектура системы — принципиальная организация системы, воплощенная в её элементах, их взаимоотношениях друг с другом и со средой, а также принципы, направляющие её проектирование и эволюцию (Рис.1).

Понятие архитектуры в значительной мере субъективно и имеет множество противоречивых толкований; в лучшем случае оно отображает общую точку зрения команды разработчиков на результаты проектирования системы.

В сентябре 2020 года между-народный технологический консорциум The Open Group опубликовал новый стандарт архитектуры предприятия Open Agile Architecture™. Этот документ

охватывает как цифровую трансформацию, так и гибкую трансформацию предприятия. Он разделен на две части:

1. Часть 1: Ядро О-АА охватывает фундаментальные концепции фреймворка и знакомит с его структурой, прежде чем объяснять, почему предприятию необходимо проводить двойную цифровую и гибкую трансформацию, тем самым закладывая основу Свода знаний гибкой архитектуры.

2. Часть 2: Строительные блоки О-АА развивает темы, представленные в части 1, более подробно, включая главы по таким темам, как гибкая стратегия, гибкая организация и архитектура программного обеспечения.

Он включает в себя контент с точки зрения того, чем занимается предприятие, например, проектирование взаимодействия, отображение пути, а также то, что такое предприятие, например, архитектуру продукта и операционную архитектуру.

Этот документ не предусматривает принятие «процессно-ориентированный» рамки Agile, такие как масштабируемый Agile Framework® (SAFE®) или крупномасштабную Scrum (Less). Его цель - дополнить их. Однако есть одно предостережение. Сообщество Agile все чаще критикует эти фреймворки за то, что они продвигают практики, иногда несовместимые с принципами Lean и Agile.

### ***Список литературы***

1. Open Agile Architecture™. The Open Group. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://pubs.opengroup.org/architecture/o-aa-standard/#\\_a\\_few\\_concluding\\_words](https://pubs.opengroup.org/architecture/o-aa-standard/#_a_few_concluding_words)

2. Бондарь С.И., Мамонов Ю.В., Макарец А.Б. Развитие открытых информационных систем в России // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С.284-286.

3. Легков К.Е., Буренин А.Н., Емельянов А.В., Оркин В.В. Вопросы системного анализа архитектур систем управления информационными системами и сетями специального назначения // Т-Сопн: Телекоммуникации и транспорт. 2016. Т. 10. № 12. С. 65-70.

## **СМАРТ-КОНТРАКТЫ В БЛОКЧЕЙНЕ**

**Кузнецова А.А.**

*Саровский физико-технический институт - филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В настоящее время значительными темпами развивается цифровизация, в результате которой на рынке появляются новые технологии и новые продукты. На данном этапе бурного развития компьютерных технологий создан блокчейн. Блокчейн – это децентрализованная распределенная база данных, которая хранится на всех сервисах системы. неотъемлемой частью блокчейна являются смарт-контракты, будущее многих отраслей нашей жизни.

Первооткрывателем в данной области считают Ника Сабо, который в 1994 году и создал концепцию «smart contracts», что в переводе означает «умные контракты». Дальнейший виток развития в данной области запустило

возникновение криптовалюты Bitcoin. Однако бум популярности технологий в данной области пришелся на 2013 год, когда российско-канадский разработчик Виталик Бутерин, создал свое детище - Ethereum. Сегодня, Ethereum – это платформа, которая использует распределенный реестр.

Смарт-контракт – это безопасная компьютерная программа, соответствующая соглашению и автоматически (т.е. без привлечения третьей стороны) выполняющаяся с обеспечением законной юридической силой. Информация о соблюдении условий контракта передается через интернет, как и о других операциях. Когда информация о договоре поступает в компьютер, он принимает объективную позицию по его выполнению. Принцип действия работы смарт-контракта представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Принцип работы смарт-контракта

Умные контракты на основе блокчейна способны автоматизировать и тем самым упростить и усовершенствовать нашу жизнь. Применение смарт-контрактов может быть самым разнообразным (от правовых вопросов и голосования до азартных игр и ставок).

Преимуществами смарт-контрактов являются автономность, надежность и безопасность, защита от атак хакеров, экономия времени, максимальная точность. Недостатками являются отсутствие гибкости, ошибки в коде, нелегитимность.

В настоящий момент особое распространение смарт-контракты получили в криптовалюте для подтверждения транзакций между пользователями. Криптовалюта – это цифровая (виртуальная) валюта, которая использует криптографические технологии для защиты транзакций. Использование смарт-контрактов уже происходит здесь и сейчас. Белоруссия стала первой страной в мире, законодательно закрепившей смарт-контракты 21 декабря 2017 года. Правительство Москвы использовало технологию блокчейн для электронного голосования по поправкам в Конституцию РФ. Смарт-контракт реестра бюллетеней сохранял зашифрованные голоса участников, а после окончания голосования — расшифровывал и публиковал результаты в блокчейн-системе.

Сегодня существует мнение, что смарт-контракты стали большим скачком в развитии индустрии высокодоходных проектов — инструментом, который способен изменить инвестиционное пространство. На них полагают большие надежды и много от них ждут. Они обладают большим потенциалом и их популярность имеет под собой основу, а потому это явление не мимолетное. Первые проекты элементарны и используют простейший маркетинг. Но возможности для применения технологии блокчейна безграничны.

### **Список литературы**

1. Костюченко М.А., Беляева Г.Д. Криптовалюта: сущность и перспективы развития // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XII всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 17-19 апреля 2018 г. / А.Г. Сироткина (отв. за выпуск). – Саров: изд. «Интерконтакт», 2018. С. 267-268.
2. Волкова Т.А. Использование смарт-контрактов в современной экономической системе // Проблемы и перспективы экономической отношений в постиндустриальном обществе. Сборник статей Международной научно-практической конференции: в 2 частях. - 2017 г. - С.93-95
3. Пучков В.О. Является ли смарт-контракт договором? // Российские право: образование, практика, наука. - 02 марта 2020 г. – С.16-20
4. What are smart contracts on blockchain? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/07/what-are-smart-contracts-on-blockchain/>

## **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ЧИПОВ С ЦИФРОВОЙ ПОДПИСЬЮ**

**Машин К.И., Макарец А.Б.**

*Саровский физико-технический институт — филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В настоящее время большое распространение во всём мире получают программные средства, основанные на технологиях и методах искусственного интеллекта. Экспертные системы, нейронные сети и другие интеллектуальные технологии (рис. 1) значительно увеличивают число практически значимых задач, которые можно моделировать и решать на компьютере. На сегодняшний день электронная цифровая подпись является широко используемой. Само ее наличие дает возможность оптимизировать большое количество процессов, в которых необходимо точно идентифицировать и аутентифицировать человека.

Рассматривая данную концепцию, появляются мысли и рассуждения на тему: а что же будет дальше, что будет завтра?

Удивительно, но на данный момент уже порядка 60 тыс. человек



Рис.1 Пример использования чипов

используют подкожные чипы (Рис.1), которые встраивают в тело — это небольшие RFID-метки.

Они могут заменить человеку ключи от домофона или медицинскую карту. Имплантат выполнен из специального стекла, который не приносит вреда здоровью человека. Внутри чипа находится микросхема с большим количеством тонких медных проводков, выполняющих роль антенны. Например, это позволяет выполнять бесконтактную оплату или открыть дверь подъезда через домофон.

В то же время в России в 2020 году уже планируется внедрение электронного удостоверения личности. В правительстве РФ уже представили прототип будущего документа. Кроме того, к новому паспорту, каждому гражданину будет выдана собственная электронная подпись. С течением времени мы все дальше уходим от рукописного ввода, повсюду полным ходом идет цифровизация. Может ли следующим шагом стать электронная подпись в подкожном чипе? Ответ прост - возможно, но на данный момент, способ вживления является единственной вещью, которая сегодня смущает и кажется необоснованной, но не для энтузиастов, использующих шприцы и программирование чипов использовать NFC. Несмотря на то, что кажется сейчас нелепым и вызывает недоумение, может быть в ближайшем будущем мы станем активно использовать данную технологию, учитывая стремление к глобальной цифровизации.

#### ***Список литературы***

1. Кондрашова Ю.С. Проблематика использования электронной цифровой подписи в системе электронного документооборота. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. –2018г. – Саратов: изд. «Интерконтакт», 2018. – С. 116-117.
2. Коньков И. И., Галкина Д. А. Цифровизация как метод постиндустриализации современной России. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-8 апреля 2020 г. – Саратов: изд. «Интерконтакт», 2020. – С. 263-265.
3. Мельникова И.О., Кошевец М.Э., Градусов Д.А. Чипирование планеты. // Журнал ПОСТУЛАТ, научная статья 2017г. – Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема, 2017. – С. 6-7.

### **АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИБКИХ МЕТОДОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ COVID-19**

**Сластухина М.В., Макарец А.Б.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В нашем технологичном и высоко конкурентном мире требования клиентов к программным продуктам очень высоки. Именно поэтому, при создании продукта для заказчика важно, чтобы его продукт создавался в короткие сроки, при этом оставался качественным и конкурентоспособным. Помимо всего прочего, на нашу жизнь оказывают влияние отрицательные факторы, такие как, кризис 2008 года, пандемия COVID-19 и др. Сталкиваясь с

такими трудностями организациям необходимо уметь быстро реагировать на изменения и быть мобильными. Традиционные подходы к управлению проектами не всегда могут это обеспечить. Следовательно, такие трудности дают толчок для развития и широкого использования гибких методологий.

Гибкие методологии управления проектами быстро охватили сферу проектного управления, в частности разработку программного обеспечения. Тенденция такова, что гибкие методологии в основном были применены к проектам, которые называются «Agile sweet spot», состоящие из небольших объединенных команд, работающих над небольшими, некритическими, внутренними программными проектами со стабильной архитектурой и простыми правилами управления. На сегодняшний день, в условиях пандемии COVID-19 ключевыми являются вопросы: «можно ли масштабировать гибкие методологии в организации?» и «адаптировать масштабированную гибкую систему управления проектами?».

Уже сегодня мы наблюдаем уход от жесткой иерархии в управлении к проектной организации, включающей в себя сетевой подход в структуре и гибкие методологии. Это происходит не только в инновационных бизнесах, но и в традиционных отраслях. По данным аналитического центра НАФИ, в период пандемии COVID-19, 33% компаний перевели сотрудников на удаленную форму работы, при этом важно было удержать показатели, управляя командой в новом формате. В гибких компаниях провозглашена культура непрерывного экспериментирования для достижения экономического эффекта. В них сотрудники мобильны, обмениваются компетенциями между блоками и могут быстро «пересобираться» в команды для решения задач.

Во время пандемии COVID-19 стал актуален приоритет результатов над процессами и регламентами. Это означает, что у крупных компаний, производящих товары потребительского сектора, появилась необходимость сохранить спрос и объем продаж. В условиях режима изоляции, проявившегося по-разному в зависимости от региона, региональным представительствам пришлось самостоятельно анализировать ситуацию на своем рынке и принимать решения, чтобы удержать прежние бизнес-показатели.

Результаты анализа использования гибких методологий в условиях пандемии COVID-19 позволяют прогнозировать их дальнейшее развитие и более широкое использование. Гибкая методология разработки проповедует тесную командную работу, регулярные итерации, обзоры выполненной работы и высокую самоорганизацию участников команды. Такой подход обеспечивает возможность быстро донести до пользователя продукт высокого качества и позволяет построить бизнес-процесс, где разработка ПО соответствует потребностям клиента и целям компании. Все это становится особенно актуально в период пандемии. Чтобы оставаться «на плаву» многим компаниям придется пересмотреть свои подходы к управлению проектами.

### ***Список литературы***

1. Ермолович И.С., Макарец А.Б. Предпосылки и преимущества внедрения «гибких» (Agile) методологий в современных организациях // «Математика и математическое моделирование». Сборник материалов XIII Всероссийской

молодежной научно-инновационной школы г.Саров, 2-4 апреля 2019 г. – с 362-364.

2. Лозгачева Т.М., Табекина О.А., Федотова О.В. Agile и научная организация труда: практика применения гибких методов в России // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2019. Т. 5. № 2. С. 48-59.

3. Забродин А.А., Макарец А.Б. Преимущества и недостатки использования гибких методологий разработки программного обеспечения Microsoft Solutions Framework (MSF), Rational Unified Process (RUP) и Extreme Programming. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 294-295.

### **«УМНЫЕ» БЫТОВЫЕ ПРИБОРЫ**

**Хазов Е. Е.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Желание человека автоматизировать свою жизнь приближает момент, когда фантастика станет реальностью и всеми домашними системами можно будет дистанционно управлять по сети со своего смартфона по средствам различных приложений. Современные технологии беспроводной передачи данных основанные LPWAN разворачиваемые на сегодняшний день более чем 100 странах мира способствуют укреплению и развитию промышленности «умной» бытовой техники на рынках различных стран. Согласно отчету Ericsson Mobility спустя всего два года, количество приборов, подключённых к IoT-сетям (интернет вещей), превысит число смартфонов на планете.

В большинстве случаев система умного дома использует три типа устройств: контроллеры (хабы), датчики (сенсоров) и актуаторы (устройства исполнители) связанные между собой беспроводной сетью, с использованием шифрования, а для общения с внешним миром контроллер использует подключение к интернету. Всё это применимо и к современным бытовым приборам.

Допустим, человек приобрёл умных холодильник. Первыми его шагами будут: подключение его к сети и настройка содержимого (где и что лежит, какие предпочтения у владельца и т.д.). В дальнейшем холодильник по средством датчиков будет отслеживать своё содержимое и известит пользователя о недостатке продуктов либо закажет их сам, в заранее запрограммированных пользователем магазинах. Так же умных холодильник может порекомендовать пользователю рецепты приготовления различных блюд (взятых с интернета) исходя из имеющихся продуктов и предпочтений пользователя. Имеется возможность контроля и управления другими умными приборами, подключёнными к общей сети «умного дома».

Актуальность вызвана стремлением человека получать большее благ при минимуме действий и на данный момент с технической точки зрения это стало выполнимо. Именно по этой причине корпорации-гиганты сейчас вкладывают миллиарды долларов в развитие IoT-систем и «Умных бытовых приборов» в

частности, чтоб в последствии зарабатывать триллионы на одном только обслуживании.

В России по указу Президента РФ В.В. Путина в рамках федеральной программы «Цифровая экономика», развёрнута работа по обязательному внедрению систем автоматического учёта энергоресурсов которая начнётся уже в 2019 году.

### **Список литературы**

1. Марченко М.В., Сайбель Н.Ю. IOT: Понятие, основные компоненты, области применения // Сборник научных трудов: Актуальные проблемы экономической теории и практики. Под редакцией В.А. Сидорова. Краснодар, 2018. - С. 112-121.
2. Ангилопов А.В., Макарец А.Б. SMART-устройства, как будущее электроники // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-8 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – С.56-58.
3. Умные бытовая техника. Сайт “<https://iot.ru>” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://iot.ru/wiki/umnaya-bytovaya-tekhnika>
4. Неизбежная IoTизация. Сайт “[internetofthings.ru](http://internetofthings.ru)” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://internetofthings.ru/tehnologii/196-neizbezhnaya-iotizatsiya>
5. Альянс LoRa развернул более 100 сетей по всему миру. Сайт “<https://iot.ru>” - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://iot.ru/promyshlennost/alyans-lora-razvernul-bolee-100-setey-po-vsemu-miru>

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЛАЧНОГО ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ НА ПЛАТФОРМЕ NEXTCLOUD**

**Плотников М.В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Появление первой технологии, близкой к современному пониманию термина «cloudcomputing», приписывается компании Salesforce.com, основанной в 1999 году и предоставившей доступ к своему приложению через сайт, по сути, данная компания стала первой компанией, предоставившей свое программное обеспечение по принципу – программное обеспечение как сервис. Следующим шагом стала разработка облачного веб-сервиса компанией Amazon в 2002 году. Данный сервис позволял хранить информацию и производить вычисления.

Для более глубокого изучения темы облачных вычислений и хранилищ данных было принято решение исследовать возможные пути использования облачных технологий в современной жизни. Цель данной работы: поднять и описать собственное облачное хранилище на основе Nextcloud. Данный проект реализуется в промежутке с июля 2019 по настоящее время.

Был найден способ использования набор клиент-серверных программ Nextcloud для построения своего собственного облачного сервиса. Далее были исследованы различные способы «поднятия» собственного облачного хранилища, в том числе:

- Изучены достоинства и недостатки операционных систем, подходящих для развертывания web-сервера;
- Изучены достоинства и недостатки web-серверов, на котором будет располагаться хранилище;
- Изучены требуемые мощности для стабильной работы web-сервера и Nextcloud;

- Подобраны носители для хранения информации на облачном хранилище;

В результате исследования была собрана исчерпывающая информация для выбора следующей конфигурации:

Для поднятия облака была выбрана операционная система Linux – дистрибутив Ubuntu 18.04 Bionic Beaver. Выбор был сделан по многим причинам – удобство, стабильность, LTS, а также близкое знакомство с дистрибутивом. Для развертывания был выбран web-сервер Nginx. Не смотря на его некоторую сложность в разработке, данный web-сервер эффективного потребляет ресурсы (меньшее потребление памяти) и отзывчив под нагрузкой, а также работает быстрее своих конкурентов.

В качестве платформы для проекта был выбран компьютер, приобретенный специально для развертывания сервера в следующей комплектации: M/B: GIGABYTEGA-A320M-S2H(RTL), CPU: AMD Ryzen 3 1200 (YD1200B), RAM: Kingston DDR 4 DIMM 4 GB, дисковый накопитель ОС – HDD Seagate BarraCuda 256 GB, дисковые накопители для данных- HDD Seagate BarraCuda 1 TBx2.

На данный компьютер была установленная выбранная ОС, развернут web-сервер и интегрированы инструменты Nextcloud. В результате чего был получен локальный доступ к хранилищу. После завершения первичных настроек, была выполнена более тонкая настройка хранилища и web-сервера. Для получения доступа из сети Интернет был арендован статический IP-адрес, приобретен домен, настроена переадресация и проброс портов, получены ssl-сертификаты для домена, а также, для обеспечения безопасности сервера, был настроен файрвол и оптимизированы настройки безопасности Nextcloud.

В результате практического исследования было получено рабочее облачное хранилище. Практическая часть исследования практически закончена, и рабочая версия хранилища уже повседневно используется, а его безопасность само постоянно совершенствуется.

Таким образом, развернуть собственное хранилище, основываясь на документациях к набору клиент-серверных программ Nextcloud и документации к web-серверу Nginx реально. Разработка такого проекта открывает практически нескончаемые варианты для его усовершенствования и доработки. В дальнейшем планируется автоматизировать перенос резервных копий данных со всех компьютеров домашней сети на данное облачное хранилище, а также его дальнейшее усовершенствование.

### ***Список литературы***

1. Прохоров А. Рынок облачных услуг на взлете// ИКС журнал. – 2011. – №3. – С. 50-51.
2. Зубарева Н.И., Макарец А.Б. Тенденции развития облачной модели управления IT-проектов // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной

школы. - 2-4 апреля 2019 г. / А.Г. Сироткина (отв. за выпуск). – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 339-340.

3.Рихтер К. Chris Richter on Cloud Computing Security and Compliance [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.savvis.net>

4.Официальный сайт Nextcloud [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nextcloud.com/>

5.Официальный сайт Nginx [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nginx.org/ru>

## **КВАНТОВАЯ КРИПТОГРАФИЯ – КРИПТОГРАФИЯ БУДУЩЕГО**

**Смирнов М.М., Макарець А.Б.**

*Саровский физико-технический институт - филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

В настоящее время имеет место застой в развитии компьютерной техники (проблемы с переходом Intel на 7-нм техпроцесс, нарушение закона Мура). На фоне этих проблем всё чаще звучат разговоры об альтернативных технологиях, одной из которых являются квантовые компьютеры – которые требуют соответствующих алгоритмов.

Однако квантовые алгоритмы существенно отличаются от обычных. Кубитом называется система, которая может находиться в 2 состояниях:  $|0\rangle$  и  $|1\rangle$ . Примером такой системы может служить фотон с двумя возможными поляризациями или электрон с двумя возможными направлениями спина. В общем случае, состояние такой системы задается волновой функцией вида (суперпозиция состояний):

Квантовые алгоритмы делятся на 3 больших класса: квантовый поиск (напр. алгоритм Гровера), квантовое преобразование Фурье и квантовые крипт. протоколы (BB84, B92, SARG04). Наибольший интерес представляет преобразование Фурье. Действующее в пространстве размерности  $N = 2^n$ , которое можно интерпретировать как  $n$ -кубитный квантовый регистр. После некоторых алгебраических манипуляций, можно выразить преобразование Фурье через элементы Адамара  $H$ , фазовые элементы ( $S$  и  $T$ ) и элементы CNOT. Такая схема вычисляет это преобразование за время:  $O(n^2)$ .

Многие прикладные алгоритмы (напр. JPEG) используют FFT, однако применить квантовый алгоритм «в лоб» для ускорения вычислений не представляется возможным (ибо в квантовом компьютере непосредственно измерить амплитуды нельзя). Однако можно построить более «тонкие» алгоритмы, один из них – алгоритм Шора.

На сегодня наибольшие перспективы для квантовых алгоритмов открывают создание или взлом криптографических систем. Наиболее известной из них является асимметричный алгоритм RSA, стойкость которого основана на сложности факторизации чисел.

Наиболее эффективные алгоритмы факторизации SNFS и ECM (алгоритм Ленстры, использующий эллиптические кривые) имеют субэкспоненциальную сложность. Построение же полиномиального алгоритма разрушит всю асимметричную криптографию.

В этой связи огромный интерес представляет квантовый алгоритм Шора

(1994), работающий за полиномиальное время  $O(\log^3 N)$  и требующий  $O(\log N)$  кубитов. Преобразование Фурье помогает решить и многие другие задачи, например нахождение собственного числа оператора, нахождение периода функции и наконец, нахождение дискретных логарифмов  $a^x = b \pmod{N}$  (последнее позволяет взломать систему обмена ключами ДН, или Диффи-Хеллмана).

Все рассмотренные выше задачи являются частными случаями так называемой «задачи поиска скрытой подгруппы». Задним числом оказывается, что все задачи, для которых имеет место быть «квантовое превосходство» относятся именно к этому классу.

На сегодняшний день квантовые алгоритмы не способны взламывать реальные криптографические системы ввиду малой производительности современных квантовых компьютеров и многих сложностей с их физической реализацией. Однако принципиальные успехи уже достигнуты, и вероятно не очень далек тот день, когда необходимо будет кардинально пересмотреть все подходы к защите информации и криптографии.

Во всяком случае, квантовые алгоритмы не оставляют камня на камне от всей коммутативной криптографии. Какая в будущем может быть замена ненадежным с точки зрения квантовых вычислений алгоритмам? Первый подход – построение квантовых криптографических алгоритмов (BB84, B92, SARG04 и прочие). У них также есть свои проблемы, например, алгоритм BB84 уязвим к так называемой PNS-атаке.

Второй подход – построение некоммутативной криптографии. В данном случае используются некоторые неабелевы группы:  $a \times b \neq b \times a$ . Во многих случаях есть основания считать функцию  $f(x) = x^{-1}ax$  при заданном  $a$  кандидатом в односторонние. На этой идее строятся конкретные алгоритмы (напр. аналог ДН).

### **Список литературы**

- 1) Попова В.А., Сахо А.О., Токарев В.А., Романова М.Д. Особенности отечественной криптографии в условиях внедрения квантовых методов криптоанализа // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-8 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – С. 288-289.
- 2) Караммаев М.М., Топорков С.Е., Короченцев Д.А., Смирнов И.А., Черкесова Л.В. Уязвимости реализаций систем квантовой криптографии // Научное обозрение. Технические науки. 2020. № 3. С. 30-35.
- 3) Stephen Jordan. Quantum algorithms zoo. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://math.nist.gov/quantum/zoo/>

## **ПЕРЕХОД К НОВЫМ БИЗНЕС-МОДЕЛЯМ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

**Лошманова Т.Ф., Жешко Я.С., Мурзин А.А., Красицкий А.Е.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Нынешние реалии ведения бизнеса таковы, что применение привычных всем или успешных, но изживших себя моделей хозяйствования не во всех случаях приносят желаемый результат предпринимателю. Стабильное развитие высоких технологий, возникновение на рынке новых конкурентов, перемены в сфере экономики, в политической и налоговой областях наталкивают руководителей бизнеса проявлять новаторские идеи и инновационные подходы в сфере стратегического менеджмента. На сегодняшнее время вошедшая в привычку модель принятия управленческих решений и воспроизведения контроля над их реализацией уже практически перестаёт выполнять все свои значимые функции, возложенные на неё. Рынок перенасыщен, имеет высокий уровень конкуренции во многих сферах деятельности и требует появления новых бизнес-моделей.

Перед современными бизнес-моделями выдвигается множество различных функций. Одна из самых значимых — это синхронизация данных и информации во всех цифровых и физических каналах взаимодействия для удовлетворения потребностей заказчиков во всевозможных местах и в разное время суток.



Рисунок 1 – Классическая бизнес-модель и цифровая бизнес-модель

Существует несколько категорий бизнес-моделей. Их появление и ускоренное развитие является следствием распространения технологий Интернета вещей, больших данных, искусственного интеллекта, машинного обучения, а также многих иных цифровых технологий. Рассмотрим ниже существующие на данный момент категории бизнес-моделей:

- «Цифровые платформы» - категория бизнес-моделей, которая является системой алгоритмизированных взаимоотношений между продавцами, заказчиками и вендорами, объединенных единой информационной средой, которая снижает транзакционные издержки за счет применения цифровых технологий и позволяет расширить возможности совместного потребления товаров и услуг;
- «Как сервис» - категория, где в основе сервисных бизнес-моделей лежит эксплуатация ресурсов взамен владения ими. Примерами таких бизнес-моделей служат Software-as-a-Service (SaaS), где заказчикам предоставляется доступ к

функциям через веб-браузер, Infrastructure-as-a-Service (IaaS), где клиентам предоставляются ресурсы по подписке и т.д. Более новыми видами являются такие сервисные бизнес-модели, как Robots-as-a-Service, City-as-a-Service. Данный вид бизнес-модели позволяет идентифицировать товары и услуги, позволяя при этом клиенту потреблять именно тот продукт, который нужен ему в необходимых количествах для достижения желаемого им результата;

- Краудсорсинговые модели. Основой данной бизнес-модели является привлечение для решения тех или иных проблем внешних ресурсов, такие как денежные средства, люди, идеи и др. Например, с помощью краудсорсинговых бизнес-моделей внедряют различные инновации, разрабатывают новые продукты и т.п.;

- Бизнес-модели, которые базируются на достижении желаемых результатов (outcome based models) и эффекта для клиента. Такой вид бизнес-модели во многих случаях называют Product-as-a-Service (PaaS).

Расширение возможности бизнеса по оптимизации многочисленных процессов и повышению качества принятия решений возможно с помощью введения новых цифровых технологий. Так, облачные вычисления позволяют оптимизировать сбор данных и их хранение, а технологии и методы машинного обучения и ИИ способствуют проведению их тщательной обработки, построению алгоритмов поведения и предсказательных моделей.

#### ***Список литературы***

1. Максимова К.А. Методы цифровых технологий // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 07-09 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020 – С.81-82.

2. Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.hse.ru/data/2019/04/12/1178004671/2%20Цифровая\\_экономика.pdf](https://www.hse.ru/data/2019/04/12/1178004671/2%20Цифровая_экономика.pdf)

### **РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ НАБОРОВ РАЗМЕЧЕННЫХ ДАННЫХ**

**Малахин В.А.<sup>1</sup>, Пшеничный С.И.<sup>1</sup>, Гончаров С.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>АО НПК ВТuСС,

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров

Современные подходы к разработке программных средств автоматического распознавания речи (ASR) основываются на применении технологий машинного обучения, связанных с использованием больших объемов вычислительных мощностей, сложных математических моделей, фреймворков и инструментов. Обучение моделей распознавания речи является одной из самых требовательных к количеству размеченных данных задач (датасетов). Для разметки одного часа записанной речи требуется от 2-х до 10-ти человеко-часов. Для получения приемлемых результатов необходимо не менее 1000 часов речи, а ведущие компании рынка аудиоаналитики

используют на порядок больше данных для получения результатов, способных распознавать речь на сравнимом с человеком уровне.

Один из путей решения проблемы – воспользоваться открытыми датасетами. Как правило они состоят из размеченных аудиокниг, генерированных голосов (TTS) и речи с Youtube с субтитрами. Такие данные часто зашумлены и состоят из общей лексики, что является существенным недостатком для речевой аналитики в рамках специальных задач и уникальных условий применения. Рассмотрим современные методы создания и обучения моделей с ограниченным набором данных.

**Использование предобученных моделей.** Существуют модели, которые уже были обучены исследователями крупных компаний или институтами либо одиночными исследователями, и были выложены в открытый доступ со свободной лицензией. Например, фреймворк Kaldi, для которого существуют предобученные модели для ряда языков, в том числе для английского, китайского, русского языков[1].

**Циклическое обучение ASR-TTS.** Преобразование речи в текст (ASR) и текста в речь (TTS) это два различных направления в обработке речи. Так как модель ASR генерирует текст из речи, а TTS речь из текста, то данные с выхода одной модели можно использовать как данные для обучения для другой и наоборот. В результате такого циклического ASR-TTS обучения растёт качество обоих моделей. Этот подход позволяет использовать для обучения в том числе и неразмеченные данные[2].

**Обучение с частичным привлечением учителя.** Обучение с частичным привлечением учителя — подход в машинном обучении, когда обучение производится на большом количестве неразмеченных данных и, как правило, на меньшем количестве размеченных данных. Этот подход позволяет добиваться высокой точности обучения, используя меньшее количество размеченных данных.

Используя этот подход в обучении, разработчики Facebook создали модель wave2vec2.0, которая достигает лучших в отрасли результатов (на открытых датасетах) используя 53 тысячи часов неразмеченной речи и всего 10 минут размеченных данных. Идея заключается в том, чтобы получить скрытое векторное отображение речи из неразмеченных данных и затем донастроить модель, используя данные с разметкой [3].

Таким образом, согласно последним публикациям, технологии обучения моделей и разработки средств распознавания речи для специальных задач при ограниченных данных показывают существенный прирост эффективности, что открывает путь для широкого применения систем распознавания речи.

### **Список литературы**

1. Список моделей Kaldi [Электронный ресурс] URL:<https://alphacephei.com/vosk/models> (дата обращения: 15.02.2021)
2. Y.Ren, Almost Unsupervised Text to Speech and Automatic Speech Recognition. / X.Tan, T.Qin, – arXiv:1905.06791v3, 2020.
3. A. Baevski/wav2vec 2.0: A Framework for Self-Supervised Learning of Speech Representations/ H. Zhou A. Mohamed M. Auli. – arXiv:2006.11477v3, 2020.

**СЕКЦИЯ**  
**«МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ»**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТО-  
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В АЛЮМИНИЕВОМ  
ЭЛЕКТРОЛИЗЁРЕ С УЧЁТОМ НЕОДНОРОДНОСТИ СВОЙСТВ СРЕД**  
**Анпилов С.В., Складчиков С.А., Лапонин В.С., Савенкова Н.П.**  
*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

Основным показателем работы электролизёра является выход по току – отношение между практическим и теоретическим производством алюминия. Одной из первопричин снижения выхода по току – выгорание анодов и неравномерность (как пространственная, так и временная) распределения свойств сред, приводящее к перераспределению плотности электрического тока в сторону неравномерности, что негативно сказывается на МГД-стабильности работы электролизёра.

Для уменьшения энергетических потерь нужно слой электролита по возможности уменьшать, но при этом на поверхности раздела металл-электролит могут возникнуть колебания. При некоторых условиях наблюдается рост амплитуд этих волн, который называется неустойчивостью или магнито-гидродинамической (МГД) нестабильностью.

Разработанная ранее авторами двухфазная трехмерная магнито-гидродинамическая модель [1], основанная на уравнениях Навье-Стокса [2, 3] и Максвелла, была расширена введением возможности учёта не только изменения формы токораспределяющих анодов вследствие электрохимических реакций и динамики дисперсной среды (образующихся в результате реакции пузырьков технологических газов), но также и зависимости свойств сред (вязкости, теплоёмкости, сопротивления и коэффициента теплопроводности) от температуры - что позволяет исследовать динамику перераспределения токов и оказываемое влияние на МГД-устойчивость работы электролизёра, что позволяет получить более точные результаты при моделировании этого физического явления.

В результате численного моделирования, учитывающего реальные геометрические и технологические параметры ванны, получены поля скоростей в алюминии, электролите, а также распределение сопротивления многофазной среды и распределение электрического тока, построена граница раздела сред в динамике процесса.

***Список литературы***

1. Н.П. Савенкова “Двухфазная 3D модель МГД-явлений алюминиевого электролизёра”. - Сборник докладов третьего международного конгресса «Цветные металлы - 2011». Красноярск, – С. 282-286.
2. T.J. Chung Computational Fluid Dynamics, 2nd edition, Cambridge University Press, 2010.
3. И.Н. Дорохов, В.В. Кафаров, Р.И. Нигматулин “Методы механики сплошной среды для описания многофазных многокомпонентных смесей с

химическими реакциями и процессами тепло и массопереноса”. Прикладная математика и механика. 1975. Т.39, No.3. С. 485-496.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ВЕРИФИКАЦИИ АЛГОРИТМОВ И МОДЕЛЕЙ ПП ЛОГОС НА ПРИМЕРАХ РЕШЕНИЯ РЯДА ЗАДАЧ УДАРА ПО ПРОЧНЫМ ПРЕГРАДАМ СО СКОРОСТЯМИ ДО 2100 м/с**

**Арапов И.Н., Бухарев Ю.Н.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Многофункциональный пакет прикладных программ ЛОГОС [1], разрабатываемый в настоящее время в РФЯЦ-ВНИИЭФ, всё более широко используется в инженерной практике, в том числе, и для решения задач воздействия высокоскоростных ударников на прочные конструкции. В последние годы проведено существенное совершенствование вычислительных алгоритмов и моделей материалов ПП ЛОГОС, позволившее значительно расширить его функциональные возможности численного моделирования соударений твёрдых тел в широком диапазоне скоростей. С учётом сложности процессов динамического деформирования и разрушения материалов в этих расчётах возрастает актуальность систематизированного расширения массивов верификационных данных для различных классов задач удара, решаемых с помощью ПП ЛОГОС

В данной работе с помощью ПП ЛОГОС версии 2020 года проведено решение 16-и вариантов 3-х типов задач соударения стержневых ударников, выполненных из стальных и вольфрамовых сплавов, по прочным стальным преградам в диапазоне скоростей от 180 до 2100 м/с. Стальные ударники имели массу 197 г, длину 74 – 80 мм, плоскую или полусферическую форму носовой части. Начальные скорости  $V_0$  их удара составляли от 180 до 452 м/с направлены по оси ударника и по нормали к стальным преградам толщиной 12 мм. Масса вольфрамовых ударников была 11 г при длине около 50 мм; их скорости  $V_0 = 1250 – 2100$  м/с. В большинстве вариантов удары были также по нормали к преградам, имевшим толщину от 29 до 120 мм; в одном варианте ось ударника была отклонена от вектора скорости на угол атаки, равный  $32^\circ$ .

Указанные параметры ударников и преград в расчётах были приняты такими же, как в работах [2–5], содержащих как опытные данные по ряду параметров, так и результаты численного моделирования по программам LS-DYNA, CTH.

Задачи в ПП ЛОГОС моделировались, в основном, в лагранжевой конечно-элементной (ЛКЭ) 3D постановке; некоторые варианты – в ЛКЭ 2D осесимметричной постановке, а также в связанной (ЛКЭ плюс SPH) 3D постановке. В вариантах с ЛКЭ расчётная сетка была сгущённой с минимальными размерами элементов в зоне удара 0,1 – 0,2 мм, в связанных задачах зона частиц SPH располагалась в зоне удара, расстояние между частицами было 0,3 мм. Общее число элементов в 3D вариантах составляло от 48 тыс. до 1,4 млн.

В качестве модели деформирования и разрушения материалов использовалась полная модель Джонсона-Кука, комплексно учитывающая эффекты деформационного и скоростного упрочнения, термического

разупрочнения и тип напряжённо-деформированного состояния. Параметры модели, как правило, принимались такими же, как в зарубежных работах [2-4]. При отсутствии данных модели по параметрам разрушения вводились критерии мгновенного (эрозионного) разрушения по уровням максимальных главных напряжений или эффективных деформаций. Использовалось уравнение состояния Ми-Грюнайзена типа Shock.

Результаты верификации показали, что реализованные в последней версии ПП ЛОГОС вычислительные алгоритмы можно успешно использовать для решения рассмотренного класса задач воздействия стержневых металлических ударников на прочные металлические элементы конструкций. Вместе с этим, сформулированы предложения по дальнейшему совершенствованию алгоритмов и моделей ПП ЛОГОС и повышения уровня его функциональных возможностей до уровней распространенных коммерческих пакетов программ. В частности, отмечена целесообразность дополнительных исследований по уменьшению погрешностей расчётов при скоростях удара, близких к баллистическому пределу.

#### ***Список литературы:***

1. Дьянов Д.Ю., Спиридонов И.Ф., Цибереv К.В., Казанцев А.В. и др. Пакет программ «ЛОГОС». Модуль решения динамических задач прочности. ВАНТ, РФЯЦ-ВНИИЭФ, сер. Математическое моделирование физических процессов. Саров. 2018. Вып. 1. С. 3-14.
2. Borvik T., Langseth M., Hopperstad O.S., Malo K.A. Perforation of 12 mm thick steel plates by 20 mm diameter projectiles with flat, hemispherical and conical noses: Part I: Experimental study // International Journal of Impact Engineering. 2002. Vol. 27, No. 1. P. 19-35. DOI: 10.1016/S0734-743X(01)00034-3.
3. Borvik T., Hopperstad O.S., Berstad T., Langseth M. Perforation of 12 mm thick steel plates by 20 mm diameter projectiles with flat, hemispherical and conical noses: Part II: Numerical simulation // International Journal of Impact Engineering. 2002. Vol. 27, No. 1. P. 37-64. DOI: 10.1016/S0734-743X(01)00035-5.
4. Anderson C.E., Hohler V., Walker J.D., Stilp A.J. Time-resolved penetration of long rods into steel targets // International Journal of Impact Engineering. 1995. Vol. 16, No. 1. P. 1-18.
5. Бухарев Ю.Н., Жуков В.И. Модель проникания стержневого ударника с углом атаки в металлическую преграду. ФГВ. 1995. Т. 31, №3. С. 104-109.

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ СТРУКТУР ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ВЕТРОВЫХ ВОЛН**

**Лапонин В.С., Складчиков С.А., Анпилов С.В., Савенкова Н.П.**  
*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

Уединенные ветровые волны исследуются уже давно, например [1-6]. Большинство вопросов до сих пор остаются весьма актуальными. В данный момент не так хорошо изучены как экспериментально, так и теоретически условия образования устойчивых ветровых волн [5] на поверхности жидкости. По этой причине данная работа посвящена изучению влияния силы и

температуры ветра на образование вихревых структур у ветровых волн с помощью математического моделирования [1].

Движение частиц воды в гравитационной волне складывается из интенсивного орбитального и небольшого поступательного движения в направлении распространения волны, в результате происходит перенос воды в направлении распространения волны [6]. При наличии ветрового воздействия на водную поверхность этот перенос усиливается, вследствие чего изменяется профиль волны: наветренный склон становится более пологим, а подветренный круче.

Данная работа посвящена двухфазному (вода – воздух) моделированию формирования нелинейных волн на поверхности воды и сопутствующих вихревых структур в зависимости от силы и температуры ветра. Рассматривается внутренняя структура волны и ее вихревые особенности [3]. Природным аналогом данного процесса является формирование цунами. Предлагаемая математическая модель основана на трехмерной системе нелинейных дифференциальных уравнений газо-гидродинамики [4]. Исследование полноценной трехмерной математической модели стало возможно только благодаря эффективному использованию параллельных вычислительных средств и современным численным методам [2-4]. Полученные численные результаты соответствуют экспериментальным наблюдениям.

#### ***Список литературы***

1. Р.Н. Кузьмин, В.С. Лапонин, Н.П. Савенкова, С.А. Складчиков. Математическое моделирование формирования уединенной волны на поверхности жидкости // Инженерная физика. 2014, № 8, с. 19–24.
2. Laponin V.S., Savenkova N.P., Il'utko V.P. Numerical method for soliton solutions // Computational Mathematics and Modeling, 2012, Vol. 23, no. 3, p. 254–265.
3. U. Yusupaliyev, N.P. Savenkova, S.A. Shuteyev et al. Computer simulation of vortex self-maintenance and amplification // Moscow University Physics Bulletin, 2013, Vol. 68, no. 4, p. 317–319.
4. N.P. Savenkova, S.V. Anpilov, R.N. Kuzmin et al. Reduction cell multiphase 3-d model // Applied Physics, 2012, No. 3, p. 111–115.
5. Юэн Г., Лэйк Б. Нелинейная динамика гравитационных волн на глубокой воде. М.: Мир, 1987.
6. Степаянц Ю.А., Фабрикант А.Л. Распространение волн в сдвиговых потоках. Современные проблемы физики. М.: Физматлит, 1996.

#### **АЛГОРИТМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ДИСПЕРСНЫХ НАНОЧАСТИЦ**

**Губанов А.Ш.<sup>1</sup>, Волчков С.С.<sup>1</sup>, Зимняков Д.А.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина,

<sup>2</sup>Институт проблем точной механики и управления РАН

В работе демонстрируется алгоритм восстановления эффективной комплексной диэлектрической функции дисперсных наносистем из

интенсивностей нелинейной экстинкции и нелинейного рассеяния. Исходные экспериментальные данные могут быть получены с помощью модифицированного метода z-сканирования с закрытой апертурой с одновременной регистрацией релеевского рассеяния под углом 90 градусов к плоскости поляризации лазерного луча. [1,2]

Восстановление эффективной комплексной диэлектрической функции основано на определении сечений рассеяния и поглощения.

Для сферических наночастиц:

$$\langle \sigma_{sc}(I_p) \rangle = \frac{k^4 v^2}{18\pi} |\tilde{\varepsilon}(I_p) - 1|^2 \left[ \frac{27}{\{\tilde{\varepsilon}'(I_p) + 2\}^2 + \tilde{\varepsilon}''^2(I_p)} \right],$$

$$\langle \sigma_{abs}(I_p) \rangle = \frac{kv}{3} \left[ \frac{27}{\{\tilde{\varepsilon}'(I_p) + 2\}^2 + \tilde{\varepsilon}''^2(I_p)} \right] \tilde{\varepsilon}''(I_p)$$

В качестве начальных приближений необходимо учитывать морфологические параметры исследуемого образца и условия зондирования.

Конечная система уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} \Phi(I_p) \approx \frac{\{\tilde{\varepsilon}'^2(I_p) - 1\}^2 + \tilde{\varepsilon}''^2(I_p)}{\{\tilde{\varepsilon}'^2(I_p) + 2\}^2 + \tilde{\varepsilon}''^2(I_p)}, \\ \Gamma(I_p) \approx \frac{6 \cdot \pi}{k^3 \cdot v} \cdot \frac{\tilde{\varepsilon}''(I_p)}{\{\tilde{\varepsilon}'^2(I_p) - 1\}^2 + \tilde{\varepsilon}''^2(I_p)}. \end{cases}, \text{ где}$$

$$\Phi(I_p) = \tilde{\Gamma}_{sc}(I_p) \cdot \frac{[\{\tilde{\varepsilon}'(0) - 1\}^2 + \tilde{\varepsilon}''^2(0)]}{[\{\tilde{\varepsilon}'(0) + 2\}^2 + \tilde{\varepsilon}''^2(0)]},$$

$$\Gamma(I_p) \approx \left\{ 1 + \langle \sigma_{abs}(I_p \rightarrow 0) \rangle / \langle \sigma_{sc}(I_p \rightarrow 0) \rangle \right\} \cdot \frac{\ln \{ (I_p \rightarrow 0) / \tilde{I}_{tr}(I_p) \cdot I_{tr}(I_p \rightarrow 0) \}}{\left[ \ln \{ (I_p \rightarrow 0) / I_{tr}(I_p \rightarrow 0) \} \cdot \tilde{\Gamma}_{sc}(I_p) \right]} - 1.$$

Результат восстановления действительной и мнимой частей комплексной диэлектрической функции возможно визуализировать с помощью параметрических представлений в виде диаграмм Коула – Коула. [3]

Полученные результаты могут быть полезны для анализа и управления нелинейно-оптическими свойствами дисперсных наночастиц.

### Список литературы

1. Zimnyakov D. A., Yuvchenko S. A., Volchkov S. S. Effective dielectric function of laser-pumped anatase nanoparticles: influence of free carriers trapping and depletion of valence band // Optics express. – 2018. – Т. 26. – №. 25. – С. 32941-32957.
2. Zimnyakov D. A., Yuvchenko S. A. Effective dielectric function of TiO<sub>2</sub> nanoparticles under laser pumping in the fundamental absorption band // Quantum Electronics. – 2017. – Т. 47. – №. 6. – С. 547.
3. Cole K. S., Cole R. H. Dispersion and absorption in dielectrics I. Alternating current characteristics // The Journal of chemical physics. – 1941. – Т. 9. – №. 4. – С. 341-351.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Дюков Н.В., Каныгин Р.И., Каныгин И.И.

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Стремительный рост городов вывел выполнение изысканий для строительства в число наиболее востребованных. Обезопасить будущую постройку от дефектов и разрушений - главная цель таких исследований. Достигается это путем предоставления проектировщикам достоверной информации о состоянии геологии участка, что требует больших денежных затрат. Один из возможных выходов из ситуации – использование космических снимков, взятых из открытого доступа. Многие специалисты по данным дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ) при отработке различных ретроспективных методик нуждаются в архивных данных за несколько лет наблюдений. Общеизвестным и надёжно зарекомендовавшим источником таких данных является архив снимков миссии «Landsat» Геологической службы США (USGS - United States Geological Survey) [1].

В данной работе на основе космических снимков выполнен подсчет коэффициента NDVI, который нужен для качественной оценки и анализа состояния растительного покрова обследуемой территории. Была создана карта изменения биомассы культур в пределах сельскохозяйственного угодья в программе ScanEx Image Processor, на основе которой были получены показатели содержания влаги в почве и содержания азота в листьях растений. Также в результате выполнения работы получена векторная карта, показывающая участки с различной биомассой растительности, которая может быть использована для планирования прокладки линейных сооружений (мостов, железных дорог, газопроводов и т.д.).

### *Список литературы*

- 1 Варфоломеев А. Ф., Коваленко Е. А., Манухов В. Ф. ГИС-технологии при изучении и оценке взаимосвязи пространственного распространения почвенного покрова и рельефа // Геодезия и картография. 2013. № 7. С. 47–53.
2. Варфоломеева Н. А., Варфоломеев А. Ф., Манухов В. Ф. Методика обработки космической информации // Геоинформационное картографирование в регионах России: материалы Всерос. науч.-практ. конф. к 75-летию факультета географии и геоэкологии Воронежского госуниверситета. Воронеж, 2009. С. 54–57.
3. Манухов В. Ф., Ивлиева Н. Г., Манухова В. Ф. Геоинформационные технологии в междисциплинарных исследованиях // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2016. Т.2. С.35–37.
- 4 Варфоломеев А. Ф., Манухов В. Ф. Обработка геодезических данных с использованием современных программных продуктов : учеб. пособие. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2017. 92 с.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ В СЖАТОЙ СТОЙКЕ**

**Вяткин Ю.А., Каныгин Р.И., Каныгин И.И., Пухов М.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Объектом исследования является стойка под действием осевого сжимающего усилия.

Целью данной работы является численное сравнение расчетного и аналитического значений фактического напряжения в сжатой стойке в ПП ЛОГОС.

Для выполнения исследования разработана трёхмерная конечно-элементная модель в пакете программ ЛОГОС. Пространственная дискретизация расчетной области выполнена на основе восьмиузлового конечного элемента сплошной среды с улучшенными функциями формы. Численные исследования проведены с учетом упругого деформирования материала конструкции.

По результатам численного исследования было получено, что аналитические и расчетные значения для фактического напряжения в сжатой стойке близки по своему значению (погрешность 0,34%). Так как погрешность незначительна можно сделать вывод, что данная работа выполнена верно.

### **Список литературы**

1. Капустин С.А. «Метод конечных элементов в механике деформируемых тел Часть 1. Учебное пособие», Нижний Новгород, Изд-во ННГУ, 1997
2. Зенкевич О.К. «Метод конечных элементов: от интуиции к общности // Механика» Сб. переводов 1970.
3. Зенкевич О.К. «Метод конечных элементов в технике» М.: Мир, 1975.
4. Туманов А.Т. «Авиационные материалы» Справочник ВИАМ, том 4 М., ОНТИ, 1982, г. Москва.
5. Пухов М.А., Вяткин Ю.А., Барышев В.А. Новиков А.И. Исследование продольно-поперечного изгиба шарнирно опертого сжатого стержня с начальной погибью (в пределах упругости). Молодежь в науке. Сборник докладов 11-й научно-технической конференции. - Саров: М 75 ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2013. -750 с.
6. Рябов А.А. Романов В.И. Вяткин Ю.А., Барышев В.А. Численное исследование наружного кольца шарикоподшипника на основе ПП ЛОГОС-ПА. XVII Международная конференция Супервычисления и математическое моделирование. Сборник научных трудов. - Саров 2019. -590 с.

## **РЕГИСТРАЦИЯ СЛОЖНЫХ ТЕЧЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МАРКЕРОВ**

**Каныгин Р.И., Каныгин И.И., Новикова И.А., Огородников Л.Л.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Данная работа посвящена проблеме визуализации сложных гидродинамических течений. Метода маркеров – это метод, в котором течение визуализируется твердыми частицами полистирола, плотность которых близка к плотности воды [1-3].

Была разработана методика управления скоростью погружения маркеров в стоячей воде путем: 1) применения составных маркеров, состоящих из комбинации двух материалов с плотностью выше плотности воды (шарики из полистирола,  $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$ ) и с плотностью ниже плотности воды (полиэтиленовая пленка,  $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$ ); 2) повышения плотности воды за счет растворения в ней поваренной соли.

В результате выполнения работы было получено, что погрешность метода маркеров не превышает 6%.

### ***Список литературы***

1. Bashurin V.P., Budnikov I.N., Hatunkin V.Yu., Klevtsov V.A., Ktitorov L.V., Lazareva A.S., Meshkov E.E., Novikova I.A., Pletenev F.A., Yanbaev G.M.. Wind or water turbine power augmentation using the system of guiding surfaces // *Physica Scripta*, Volume 91, Number 4 // <http://dx.doi.org/10.1088/0031-8949/91/4/044002>.
2. Башурин В.П., Будников И.Н., Клевцов В.А., Ктиторов Л.В., Лазарева А.С., Мешков Е.Е., Новикова И.А., Плетенёв Ф.А., Федоренко Я.В., Ямбаев Г.М. «Гидродинамический стенд» // *ЖТФ*, 2015, т.85, №7, сс.149-150.
3. Meshkov E.E., Novikova I.A. «Visualization of some unstable fluid flows by means of solid and liquid markers» // *Abstracts of Sixth International Conference Turbulent Mixing and Beyond 14-18 August, 2017, Trieste, Italy*, p. 104.
4. Meshkov E.E. Some peculiar features of hydrodynamic instability development. *Phil. Trans. Roy. Soc. A*, 371, 2013, 20120288.
5. Sreenivasan K.R., Abarzhi. S.I. *Phil. Trans. Roy. Soc. A*, 371, 2013, 20130167.

## **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В ОБЛАСТИ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТКРЫТОГО КРОСПЛАТФОРМЕННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ PARAVIEW Нестеров М.А., Копысов Д.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Представьте, что мы можем моделировать определенный физический процесс, вместо проведения реального испытания, осуществляющийся при помощи некоторой программы. Возникает необходимость следить за возможностью визуализации её состояния. Так называемая «онлайн-визуализация» позволяет сделать это. Данный процесс имеет ряд преимуществ. В привычном понимании визуализация происходит после полного завершения всех расчётов и вычислений, путем открытия уже записанных на диск файлов с выходными данными. Добавление же приставки «онлайн» даёт нам возможность отслеживать, что делает наша программа-решатель в конкретный, происходящий в данный момент, промежуток времени.

Одним из примеров программы, поддерживающей данную технологию, является объект нашего исследования - графический пакет для интерактивной визуализации Paraview, который имеет открытый код и был собран нами посредством CMake.

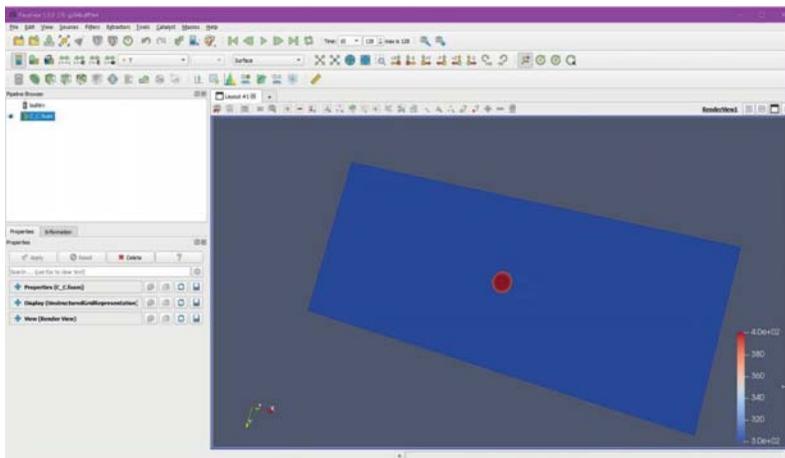


Рис 1. Интерфейс Paraview.

В качестве примера на Рисунке 1 был взят процесс остывания воды, нагретой до температуры 300 Кельвинов, в чашке Петри. В роли программы-решателя была взята SimFlow – CFD система для моделирования механики сплошной среды. Результаты были сохранены в файл и считаны Paraview. Для использования «онлайн-визуализации» необходимо либо по ходу выполнения вычислений записывать получаемые величины и считывать в течение некоторых равных моментов времени, либо разработать систему, позволяющую работать в «онлайн-режиме» с Paraview и SimFlow.

Главный плюс «онлайн-визуализации» - экономия большого количества времени, затрачиваемого на вычисления, сохранение результатов и открытие результатов визуализатором. Как пример можно рассмотреть ситуацию, когда инженер, проводя громоздкие расчеты, совершает ошибку. О ней он узнает только в момент открытия файла с решением, а при использовании «онлайн-визуализации» можно сразу прекращать работу программы-решателя и исправлять ошибку.

Подводя итог, можно сказать о том, что в настоящее время происходит процесс ускорения работы программ-визуализаторов для максимального удобства пользования и минимальной ресурсозатратности.

### ***Список литературы***

1. Васёв П.А. Среда поддержки интерактивной визуализации для суперкомпьютерных вычислений // Математическое моделирование физических процессов. Журнал ВАНТ. – 2019. – № 4. – С.67-77.
2. Руководство пользователя Paraview – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.paraview.org/en/latest/UsersGuide/>

## ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦ В СИЛЬНЫХ ПОЛЯХ ПРОТОЧНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Викулова Т.С.<sup>1,2</sup>, Диденкулов И.Н.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ИИФ РАН, <sup>2</sup>ННГУ им. Н.И. Лобачевского

В проточном акустическом резонаторе действие радиационной силы на пузырьки приводит к периодическому распределению их концентрации [1]. В настоящей работе рассматривается движение пузырьков в сильных акустических полях, при которых колебания пузырьков становятся нелинейными. Численно решалось уравнение Рэлея-Плессета:

$$R\ddot{R} + \frac{3}{2}\dot{R}^2 + \frac{1}{\rho}(-P_g + P_0 + P(t) + \frac{2\sigma}{R} + \frac{4\eta\dot{R}}{R}) = 0, \quad (1)$$

где  $R(t)$  – радиус пузырька,  $\rho$  – плотность жидкости (воды),  $P_g$  – давление газа в пузырьке,  $P_0$  – статическое давление,  $P(t) = P_a \cdot \cos(\omega t)$  – акустическое давление,  $\sigma$  – поверхностное натяжение,  $\eta$  – кинематическая вязкость жидкости. Расчеты выполнялись для следующих параметров ( $T=20$  °C):  $P_0=10^5$  Па,  $\sigma=72.86 \cdot 10^{-3}$  Н/м,  $\gamma=1.4$ ,  $\rho=1000$  кг/м<sup>3</sup>,  $\eta=8.6 \cdot 10^{-4}$  Па·с для пузырьков с размерами  $R_0=1-20$  мкм, при амплитудах поля  $P_a/P_0=0.1-20$ .

На рис. 1 приведен пример колебаний радиуса пузырька ( $R_0=1$  мкм,  $P_a/P_0=1.3$ ).

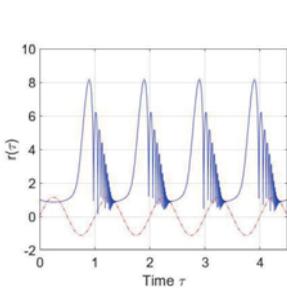


Рис.1.

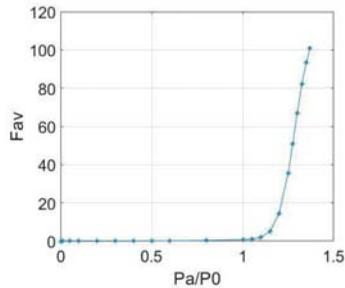


Рис.2.

Далее вычислялось значение усредненной по периоду поля радиационной силы:

$$F_{av} = -\langle V \cdot \nabla P \rangle, \quad (2)$$

где  $V=4/3\pi R^3$  – объем пузырька,  $\nabla P$  – градиент поля. Ее график приведен на рис. 2.

Расчеты показали, что при малых амплитудах акустического поля ( $P_a/P_0 \leq 1$ ) радиационная сила пропорциональна квадрату амплитуды поля, а при больших значениях меняется существенно быстрее (показатель степени  $\approx 20$ ).

Таким образом, в сильных полях проточных акустических систем радиационная сила приводит к сильно-неоднородному продольному и поперечному распределению пузырьков. Изменяя амплитуду акустического поля можно управлять потоками пузырьков и малых частиц разных размеров.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 2019-02-00317) и в рамках госзадания 0030-2021-0009 ИПФ РАН.

### **Список литературы**

1. И.Н. Диденкулов, Т.С. Корчагина, Н.В. Прончатов-Рубцов, А.А. Сагачева // Изв. РАН. Серия физическая, 2020. Т.84. №6. С.772-776.

## **МОДУЛЬ СОГЛАСОВАНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНОГО РЕГИСТРАТОРА**

**Сегин Д.Э., Воронков А.Ф.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Объектом разработки является согласующее устройство, входящее в состав автономного полевого регистратора для проведения экспериментальных исследований на полигонах предприятия.

Целью данной работы является разработка и исследование модуля согласования для автономного переносного регистратора аналоговых сигналов, предназначенного для обеспечения измерения физических параметров в полевых условиях.

В процессе работы была разработана структурная и электрическая принципиальная схема устройства, было проведено моделирование схемы в САПР «Multisim». Программирование устройства в САПР «Multisim» позволило убедиться в работоспособности схемы, в правильности подбора элементной базы. Был сделан вывод, что все наши теоретические расчеты сходятся с практическими показаниями, которые были смоделированы в данной программе.

По результатам исследований и разработки был собран действующий макет, проведено исследование амплитудно-частотной характеристики модуля согласования. В итоге была построена АЧХ аналогового измерительного канала и определена частота среза ФНЧ на уровне 0,71. Был сделан вывод, что полученные результаты соответствуют предъявляемым к модулю согласования требованиям.

### **Список литературы:**

1. Гаврилов С.А. Схемотехника. Мастер класс. – СПб.: Наука и Техника, 2016. -384с.,ил.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учеб. для вузов по спец. «Радиотехника». - 3-е .изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2000. – 462с.,ил.
3. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: Пер. с англ. - Изд. 2-е. - М.: Издательство БИНОМ . -2014. – 704с.,ил.

## **УДАРНЫЕ АДИАБАТЫ ПОРИСТОЙ МЕДИ В ОБЛАСТИ «ДАВЛЕНИЯ УПАКОВКИ»**

**Складнева Т.О., Батьков Ю.В., Трунин И.Р.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Расчетное описание ударно-волновых явлений в средах с учетом процессов сжатия, растяжения, изменения прочности, разрушения и т.д. остается в настоящее время актуальной задачей. И если для большинства указанных процессов построены модели уравнений состояния, определяющие уравнения сдвиговой прочности, модели откольного разрушения, то модели компактирования поврежденной среды остаются пока на стадии их отработки. Одна из таких моделей [1] построена на основании экспериментально-расчетного исследования ударной сжимаемости пористых образцов в области низких давлений, когда поры нельзя считать полностью закрытыми, в основу которой легла термодинамическая модель сжатия пористого вещества [2]. Согласно этой модели ударные адиабаты центрируются к начальной плотности пористого вещества  $\rho_{00}$ , и дожатие пористого вещества до плотности максимально близкой к кристаллической  $\rho_0$ , происходит при конечном, отличном от нуля значении давления, которое называют «давлением упаковки». В основе современного моделирования свойств пористых тел лежат следующие основные предположения [3]: пористость  $k = \rho_s / \rho$  (отношение плотности матрицы к плотности пористого вещества) является функцией только давления и не зависит от температуры; поры не дают вклада во внутреннюю энергию, т.е.  $E = E_s$ , где  $E_s$  энергия матрицы. На этих предположениях строилась, например, «р-а» модель [4]. Однако, как было показано в [2], совокупность этих двух предположений влечет за собой как следствие нарушение второго начала термодинамики. В самом деле, наибольшие сомнения в справедливости вызывает предположение о равенстве энергий  $E = E_s$ , поскольку кроме внутренней энергии матрицы в пористом теле даже в условиях отсутствия сдвиговой компоненты упругой деформации среды в целом присутствует сдвиговая энергия, которая возникает в результате микросдвигов в местах касания пор. В отличие от «р-а» модели в термодинамической модели [2] внутренняя энергия пористого тела зависит и от уравнения состояния матрицы, и от функции пористости  $k(P)$ , и имеет вид:

$$E = kE_s + \int_P^{P_c} \frac{dk}{dP} W_s dP, \text{ где } P_c - \text{«давление упаковки»}, W_s - \text{энтальпия матрицы.}$$

Функция пористости  $k(P)$ , которая характеризует сопротивляемость пор сжатию, должна быть падающей функцией давления от значения  $k = k_0 > 1$  при  $P=0$  до  $k=1$  при  $P = P_c$  и её производная входит под знак интеграла в выражении для энергии пор, который для упрощения расчета задач должен вычисляться в конечном виде. Поэтому простейшей и удовлетворяющей всем перечисленным выше условиям функцией является квадратичная:

$$k(P) = 1 + (k_0 - 1) \cdot \left(1 - \frac{P}{P_c}\right)^2, \text{ где } k_0 - \text{начальная пористость.}$$

Таким образом, выбрав уравнение состояния матрицы и функцию пористости  $k(P)$ , можно определить энергию и построить ударную адиабату. В качестве уравнения состояния матрицы использовалось уравнение состояния типа Ми-Грюнайзена с простейшими зависимостями холодных давления  $P$  и энергии  $E_s$  от плотности и с зависимостью тепловой энергии только от температуры. Для построения ударных адиабат пористой меди воспользуемся

экспериментальными данными по определению параметров ударного сжатия пористых образцов в области «давлений упаковки»  $P_c$  [5]-[7].

На рисунке в координатах  $(P, \rho)$  изображены экспериментальные точки и две расчетные ударные адиабаты сплошной ( $k_0=1$ ) и пористой меди для значений начальной пористости  $k_0=1,206$  и  $k_0=7,202$ .

В расчетах использовались следующие параметры уравнения состояния;  $\rho_0=8,93 \text{ г/см}^3$ ,  $c_0=3,9 \text{ км/с}$ ,  $n=5,16$ ,  $\Gamma=2,04$ . Параметры функции пористости  $P_c$  и  $k_0$  определяются непосредственно из наилучшего описания расчетами экспериментальных данных. Известно, что в окрестности давления  $P_c$  адиабаты меняют наклон с положительного (на первом участке, до давлений  $P_c$ ), до отрицательного (при  $k > 2$ ) при больших давлениях. Отсюда вытекает способ определения давлений  $P_c$ : увеличивая в экспериментах давление (с минимального) и определяя плотность сжатого вещества, находится точка или окрестность, где адиабата меняет наклон. Это и будет «давлением упаковки», которое, как будет показано ниже, зависит от начальной пористости.

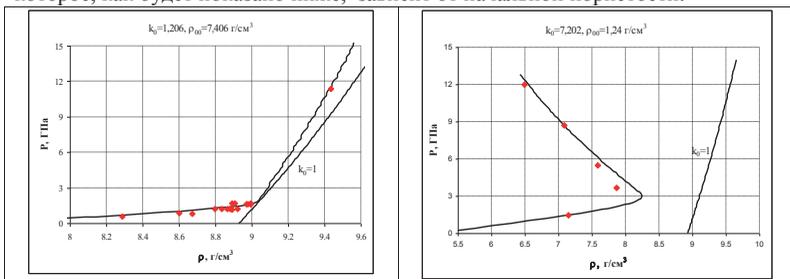


Рисунок – Расчетные ударные адиабаты пористой меди, сплошной меди ( $k_0=1$ ) и экспериментальные данные

#### Выводы:

1. Ударная адиабата пористого вещества состоит из двух ветвей: верхняя (при высоких давлениях) соответствует компактированному веществу, нижняя соответствует неполному закрытию пор. Переход от нижней ветви к верхней происходит в окрестности точки  $P_c$ , которая определяет «давление упаковки» пористого вещества;
2. С увеличением начальной пористости  $k_0$ , точка, соответствующая  $P_c$ , дальше отходит от ударной адиабаты сплошного вещества ( $k_0=1$ ), и значение  $P_c$  увеличивается. Так, наилучшего описания экспериментальных точек удалось добиться со следующими величинами  $P_c$ : при  $k_0=1,206$  -  $P_c=1,9 \text{ ГПа}$ ,  $k_0=7,202$  -  $P_c=3,2 \text{ ГПа}$ ;
3. При  $k_0 > 2$  наклон верхнего участка ударной адиабаты меняется с положительного на отрицательный. Такое anomalous поведение ударной адиабаты связано с сильным разогревом пористых веществ в ударной волне.

#### Список литературы

1. И.Р. Трунин, И.А. Терешкина, А.М. Подурец, В.Г. Симаков и др. Способы определения давления компактирования поврежденной меди. Вопросы атомной науки и техники. Саров. 2014. 20-31 с.
2. М.А.Подурец. Термодинамическая модель пористого тела. Математическое моделирование. 8. № 2. 1996. 29 с.
3. W.Herrmann. Constitutive Equation for the Dynamic Compaction of Ductile Porous Materials. J. Appl. Phys. 40. № 6. 1969. 2490 p.
4. M.M.Carrol, A.C.Holt. Static and dynamic pore-collapse relations for ductile porous materials. J. Appl. Phys. V.43. 1972. 1626-1635 p.
5. R.R.Boade. Compression of porous copper by shock waves. J. Appl. Phys. Vol.39. №12. 1968. 5693-5702 p.
6. Р.Ф.Трунин, Г.В.Симаков, Ю.Н.Сутулов и др. Сжимаемость пористых металлов в ударных волнах. ЖЭТФ. Т.96. Вып. 3(9). 1989. 1024-1038 с.
7. В.К.Грязнов, М.В.Жерноклетов, Р.Ф.Трунин и др. Ударно-волновое сжатие сильнонеидеальной плазмы металлов и ее термодинамика. ЖЭТФ. Т.114. Вып. 4(10). 1998. 1242-1265 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В СУБМОДУЛЯХ ВЫХОДНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ X-ДИАПАЗОНА

Куликов А.А.<sup>1,2</sup>, Тарасов Р.Г.<sup>1</sup>, Сергеев В.А.<sup>2,3</sup>, Ходаков А.М.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>АО «НПП «Завод Искра», г. Ульяновск

<sup>2</sup>Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск

<sup>3</sup>УФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, г. Ульяновск

В среде Comsol Multiphysics проведено моделирование и расчет температурных и термодинамических полей субмодуля выходного усилителя мощности (ВУМ) X-диапазона, содержащего два кристалла размером  $4,29 \times 4,94 \times 0,1$  мм GaAs монолитных интегральных схем (МИС) СВЧ усилителей, закрепленных на медной пластине размером  $17 \times 46 \times 5,5$  мм адгезивом толщиной  $\delta_s$  (рис 1, а). В математическую модель [1] субмодуля к уравнению теплопроводности добавлялось уравнение термоупругости [2]:

$$\mu_i \nabla^2 \vec{u}_i + (\lambda_i + \mu_i) \nabla (\nabla \cdot \vec{u}_i) - (3\lambda_i + 2\mu_i) \alpha_i \nabla (T_i - T_0) = 0, \quad i = 1, \dots, 5, \quad (1)$$

где  $\vec{u}_i(x, y, z, t)$  – деформационное перемещение элементов ВУМ;  $T_0$  – температура окружающей среды;  $\lambda_i = \frac{\nu_i E_i}{(1 + \nu_i)(1 - 2\nu_i)}$ ,  $\mu_i = \frac{E_i}{2(1 + \nu_i)}$  –

коэффициенты Ламе;  $E_i$ ,  $\nu_i$ ,  $\alpha_i$  – модуль упругости, коэффициент Пуассона и коэффициент теплового расширения (КТР) материалов структуры;  $k_i$ ,  $c_i$ ,  $\rho_i$  – коэффициенты теплопроводности, удельной теплоемкости и плотности материалов структуры;  $\nabla = \nabla(x, y, z)$ . Внешние поверхности элементов конструкции ВУМ считаются свободными, а внутренние – закрепленными. Расчет в стационарном режиме при рассеиваемой каждой МИС мощности  $W=6$  Вт показал, что наибольшее термомеханическое напряжение  $\sigma$  наблюдается в небольшой области на краю клевого соединения кристалла МИС с монтажной пластиной (рис. 1, б).

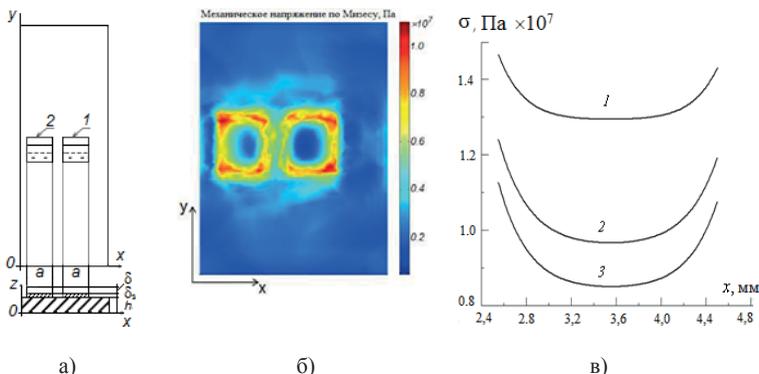


Рис. 1. Геометрия ВУМ: 1, 2– МИС (а), поле механического напряжения в клеевом соединении (б) и его изменение по оси  $x$  в середине МИС (в) при  $W = 6$  Вт и  $\alpha_s$ : 1 – 3  $K^{-1}$ ; 2 – 29  $K^{-1}$ ; 3 – 9  $K^{-1}$

При этом максимальное механическое напряжение сильно зависит от КТР клея и принимает наименьшее значение при равенстве КТР клея и кристалла GaAs.

*Работа выполнена в поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Ульяновской области, проект №18-47-730024.*

#### Список литературы

1. Сергеев В. А., Тарасов Р. Г., Ходаков А. М. Расчет и измерение тепловых параметров монолитных интегральных схем СВЧ-усилителей в составе выходных усилителей мощности X-диапазона. Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2019. № 8. Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/sep19/1/text.pdf>
2. Боли Б., Уэйнер Дж. Теория температурных напряжений. - М.: Мир, 1964, 520 с.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В БОРТОВЫХ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКАХ

Зайцев С.А.<sup>1</sup>, Фролов И.В.<sup>1,2</sup>, Ходаков А.М.<sup>2</sup>, Сергеев В.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Ульяновский государственный технический университет

<sup>2</sup>Ульяновский филиал института радиотехники и электроники им. В.А.

Котельникова Российской академии наук

Разработана термодформационная модель бортового светодиодного светильника (СДС), позволяющая оценивать процессы в структуре СДС при испытаниях в режиме термоциклирования. СДС в этой модели представлялся в виде 6-и припаянных к общему основанию светодиодных матриц. Температурное поле в структуре и деформационное перемещение ее слоев определялись из совместного решения уравнений термоупругости и теплопроводности (рис. 1). На верхней поверхности светодиодной матрицы задавалась плотность рассеиваемой матрицей тепловой мощности, а на всех внешних поверхностях структуры светильника – условие естественного

конвективного теплообмена. Численное решение модельной задачи находилось методом конечных элементов с использованием программой среды COMSOL Multiphysics. Материалом основания структуры СДС выбирался алюминий. Тип светодиодной матрицы – GW P9LR31.EM - DURIS S 8; припой – сплав Sn62Pb36Ag2 толщиной 50 мкм. Предельные температуры термоцикла составляли – 40 °С и 85 °С. Период термоциклирования 1 ч. Определено, что максимальное значение механического напряжения (плотности энергии деформации) концентрируется в небольшой критической области, расположенной вблизи внешнего края поверхности паяного соединения матрицы с алюминиевым основанием (рис. 2).

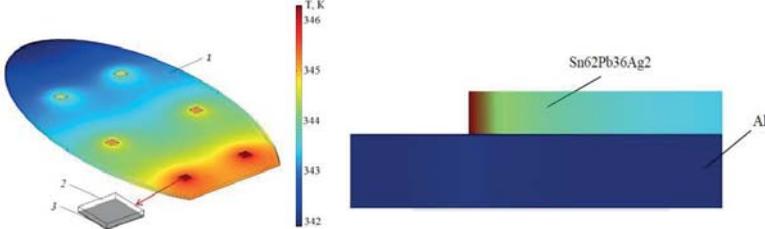


Рис. 1. Модель СДС и Рис. 2. Расположение критической области распределение температуры по в припое при тепловой нагрузке структуре: 1 – основание, 2 – светодиодная матрица, 3 – припой

В процессе термоциклирования усталостное повреждение распространяется из этой критической области, когда накопленная энергия деформации достигает определенного уровня, необходимого для инициирования образования трещины. Самое высокое значение механического напряжения достигается в начале низкотемпературного части цикла, а самое низкое – в конце высокотемпературной части цикла. Согласно модели Дарве [2], рост трещины в припое коррелирует с плотностью энергии неупругой деформации. Результаты расчетов показали, что полное разрушение паяного соединения наступит после 13365 термоциклов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Ульяновской области (проект №19-47-730002 p-a)*

### Список литературы

1. R. Darveaux. Effect of Simulation Methodology on Solder Joint Crack Growth Correlation and Fatigue Life Prediction //Journal of Electronic Packaging. – 2002. – Vol. 124. – P. 147–154.
2. Ходаков А. М., Фролов И. В., Зайцев С. А. Зависимость распределения температуры и термомеханических напряжений в конструкции светодиодного светильника от параметров режима работы // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники : материалы 23-й Всероссийской молодежной научной конференции (г. Ульяновск, 20-22 октября 2020 года). – Ульяновск : УлГТУ, 2020. – С. 52–53.

## ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ МОНТАЖА КРИСТАЛЛОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ МОЩНЫХ БИПОЛЯРНЫХ СВЧ-ТРАНЗИСТОРОВ К ШНУРОВАНИЮ ТОКА

Куликов А.А.<sup>1,2</sup>, Литвинов К.А.<sup>1</sup>, Шуравин А.Д.<sup>1</sup>, Ходаков А.М.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск

<sup>2</sup>АО «НПП «Завод Искра», г. Ульяновск

<sup>3</sup>Ульяновский филиал института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук, г. Ульяновск

Одним из наиболее распространенных дефектов мощных биполярных СВЧ-транзисторов (МБТ) является некачественное паяное соединение кристалла с монтажной пластиной. Такие дефекты приводят к локальным перегревам, перераспределению и неустойчивости тока и отказам. Математическая теплоэлектрическая модель МБТ состоит из уравнения теплопроводности с соответствующими граничными условиями и вольт-амперной характеристики [1]. Дефект задавался параметрами относительного размера  $K_s = S_D/S_S$  и относительного коэффициента теплопроводности  $K_d = \lambda_D/\lambda_S$ . Согласно вычислениям в среде COMSOL Multiphysics для МБТ типа КТ903 из всех рассмотренных вариантов самое большое падение напряжения шнурования наблюдается при воздушных пустотах («непропаев»):  $K_d = 0.0001$  (рис. 1). Так как «непропаи» проявляются также и в увеличении теплового сопротивления МБТ:  $R_{тн-к} \sim (1 + K_s)$ , то для проверки адекватности модели оценивалась корреляционная связь между напряжением шнурования  $U_{кл}$  и тепловым сопротивлением  $R_{ТКБ}$  перехода коллектор-база на выборке ( $N=34$ ) МБТ типа КТ840Б (рис. 2);  $U_{кл}$  измерялось на установке, описанной в [2], при токе 1,5 А, а  $R_{ТКБ}$  – измерителем теплового сопротивления [3] при токе 1,1 А. Коэффициент корреляции составил  $-0,45$ , что подтверждает с учетом влияния других факторов наличие довольно сильной связи между  $U_{кл}$  и  $R_{ТКБ}$ . Путем подбора режимов измерения связь между указанными параметрами, вероятно, может быть увеличена.

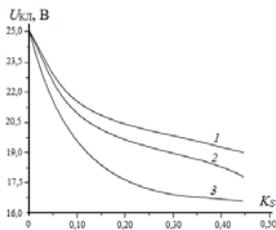


Рис. 1. Зависимости от параметров дефекта  $K_d$ : 1 – 0.1, 2 – 0.01, 3 – 0.0001

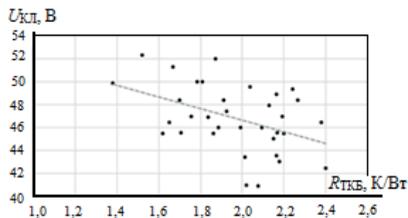


Рис. 2. Диаграмма рассеивания  $U_{кл}$  и  $R_{ТКБ}$  выборки транзисторов КТ840Б

Представленная теплоэлектрическая модель МБТ с дефектами тепловой природы может служить основой для создания методик диагностики СВЧ-транзисторов по теплоэлектрическим характеристикам.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ульяновской области (проект № 18-47-730024).

### Список литературы

1. Сергеев В.А., Ходаков А.М. Нелинейные тепловые модели полупроводниковых приборов. – Ульяновск: УлГТУ, 2012. – 160 с.
2. Сергеев В.А., Куликов А.А., Тарасов Р.Г., Тетенькин Я.Г. Установка для измерения напряжения шнурования тока в структурах мощных ВЧ- и СВЧ биполярных транзисторов // Автоматизация процессов управления. – 2017. – №3. – С. 96-102.
3. Smirnov V.I., Sergeev V.A., Gavrikov A.A., Shorin A. M. Frequency method for measuring thermal impedance components of semiconductor devices // Microelectronics Reliability. – 2018. – Microelectronics Reliability 80 (2018) 205–212.

## ПЕРЕХОДНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В СВЕТОДИОДНЫХ СТРУКТУРАХ С УЧЕТОМ ТЕМПЕРАТУРНОГО СПАДА КВАНТОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Фролов И.В.<sup>1</sup>, Радаев О.А.<sup>1</sup>, Козликова И.С.<sup>2</sup>, Сергеев В.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>УФИРЭ им. В.А.Котельникова РАН

<sup>2</sup>Ульяновский государственный технический университет

Мощность, выделяющаяся в кристалле светоизлучающего диода (СИД) в виде тепла, определяется квантовой эффективностью (КЭ)  $\eta$ , которая сильно зависит от температуры  $T_n$  перехода структуры:  $P_T[\eta(T_n)] = P_{эл}(1 - \eta)$ , где  $P_{эл}$  – электрическая мощность. Зависимость  $\eta(T_n)$  хорошо аппроксимируется экспоненциальной функцией [1]:

$$\eta(T) = \eta_0 \exp(-\beta_T \Delta T_n), \quad (1)$$

где  $\Delta T_n = T_n - T_0$ ;  $T_0$  – комнатная температура;  $\eta_0$  – КЭ СИД при комнатной температуре;  $\beta_T$  – температурный коэффициент (рис. 1).

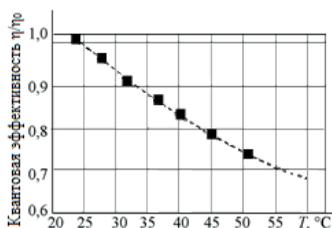


Рис. 1. Зависимость  $\eta(T)$  мощных СИД типа EDEV-SLC1-03 от температуры: ■ – эксперимент; - - - аппроксимация функцией (1) при  $\beta_T = 0,012 \text{ K}^{-1}$

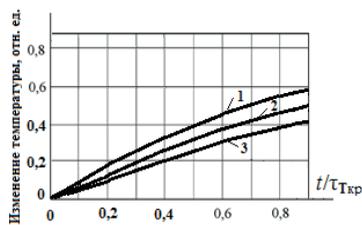


Рис. 2. Кинетика изменения температуры перехода СИД при  $\mu_T \approx 0,01 \text{ K}^{-1}$  и различных значениях  $\Delta T_n^{\max}$ : 1 – 10 К; 2 – 20 К; 3 – 40 К

При малых  $\Delta T_n$  зависимость  $\eta(T_n)$  можно аппроксимировать с погрешностью не более 5% линейной функцией  $\eta(T_n) \approx \eta_0(1 - \beta_T \Delta T_n)$ . В приближении одномерной тепловой схемы изменение  $\Delta T_n$  определяется уравнением [2]:

$$\frac{d\Delta T_n}{dt} = \sum_{i=1}^m \frac{R_{Ti} P_{эл}}{\tau_{Ti}} (1 - \eta_0) (1 + \mu_T \Delta T_n), \quad (2)$$

где  $C_{Ti}$ ,  $R_{Ti}$  и  $\tau_{Ti} = R_{Ti} C_{Ti}$  – теплоемкость, тепловое сопротивление и тепловая постоянная времени  $i$ -го слоя конструкции СИД, соответственно;  $\mu_T = \beta_T / (1 - \eta_0)$ . Решение уравнения (2) в линейном по  $(\Delta T_n / T_0)$  приближении имеет вид

$$\Delta T_n(t) \approx \sum_{i=1}^m R_{Ti} P_{эл} (1 - \eta_0) \left[ 1 - \exp(-t/\tau_{Ti}) \right] \left\{ 1 + \mu_T \sum_{i=1}^m R_{Ti} P_{эл} (1 - \eta_0) \left[ 1 - \exp(-t/\tau_{Ti}) \right] \right\} \quad (3)$$

Важным следствием зависимости  $\eta(T_n)$  является зависимость максимальной температуры перехода  $\Delta T_n^{\max}$  и крутизны изменения  $\Delta T_n(t)$  в начале нагрева кристалла СИД от уровня греющей мощности (рис. 2, где  $\tau_{кр}$  – тепловая постоянная кристалла), что можно использовать для контроля качества СИД по изменению температуры в начале нагрева.

*Исследование выполнено в рамках государственного задания при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-07-00562 а.*

#### **Список литературы**

1. Сергеев В.А. Анализ тепловых режимов мощных светодиодов в составе светодиодных излучателей // Известия вузов. Электроника. – 2013. – №1. – С.85–87.
2. Сергеев В.А., Ходаков А.М. / Нелинейные тепловые модели полупроводниковых приборов. – Ульяновск: УЛГТУ, 2012. – 160 с.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО КОМПЛЕКТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СОВОКУПНОСТИ ОБЪЕКТОВ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ ВОЗДУШНО-ДЕСАНТНЫХ ВОЙСК**

**Гавзов В.В., Куприянов Г.В., Салтан В.В., Цыбизов Е.И.**

*Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище*

В настоящее время, в сложной военно-политической обстановке в мире, Воздушно-десантные войска (далее ВДВ) решают значительное количество задач, стоящих перед ними как в военной, так и мирной ситуации. При этом, когда решающим фактором являются сроки их выполнения, вопрос исправности и работоспособности военной техники будет определяющим. Очевидно, что наличие в системе технического обеспечения ВДВ подвижных средств ремонта и военно-технического имущества делает возможным успешное функционирование подсистемы восстановления техники как основной, решающей задачу возвращения техники в строй после

эксплуатационных отказов или боевых повреждений. Это, в свою очередь, влияет на поддержание требуемого коэффициента технической готовности частей и подразделений войск, и тем самым на решение стоящих перед ними задач.

Целью данной работы являлось обеспечение подвижных средств ремонта необходимым по номенклатуре, количеству и массе технологическим оборудованием.

В данном исследовании представлена математическая модель процесса формирования состава специального комплекта технологического оборудования для технического обслуживания и войскового ремонта объектов вооружения и военной техники Воздушно-десантных войск.

Определены основные критерии – универсализация комплектов оборудования и минимизация затрат на его формирование. На основании выбранных критериев составлены целевые функции, представляющие собой зависимость критериев от параметров модели формирования комплектов оборудования, установлены ограничения, входящие в модель. Выбран метод решения поставленной задачи, заключающийся в оптимизации технологического оборудования с использованием теории множеств.

Для построения модели создана база данных и составлена программа моделирования комплекта технологического оборудования, которые имеют свидетельство о государственной регистрации [1, 2].

Результаты моделирования позволили сформировать различные комплекты технологического оборудования (специальных ключей и приспособлений) для подвижных средств ремонта вооружения и военной техники Воздушно-десантных войск в зависимости от требований, параметров и критериев.

### ***Список литературы***

1. База данных для программ моделирования комплектации технологического оборудования в подвижных средствах восстановления вооружения и военной техники Воздушно-десантных войск [Текст]: Свидетельство о гос. регистрации базы данных 2020621425 Рос. Федерация / Гавзов В.В. [и др.]; Правообладатель РВВДКУ (RU); заявл. 2020621309 04.08.2020; опубл. 13.08.2020, Бюл. № 8 – 1 с.
2. Программа моделирования рационального комплекта технологического оборудования для вооружения и военной техники Воздушно-десантных войск в подвижных мастерских технического обслуживания и ремонта [Текст]: Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ 2020662864 Рос. Федерация / Гавзов В.В. [и др.]; Правообладатель РВВДКУ (RU); заявл. 2020662241 13.10.2020; опубл. 20.10.2020, Бюл. № 10 – 1 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕСКОНТАКТНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИНДУКЦИОННЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕТАЕМОГО ТЕЛА

А.В. Зубанков<sup>1</sup>, С.И. Герасимов<sup>1,2</sup>, В.А. Кикеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Саровский физико-технический институт НИЯУМИФИ, Саров

<sup>2</sup>Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород

Одной из важнейших проблем проведения баллистических испытаний является определение скорости метаемого тела на участке свободного полета, особенно высокоскоростного полета.

Исследования бесконтактных измерительных сечений, в состав которых входят индукционные датчики, проводились коллективом авторов на аэробаллистическом участке траектории метаемого тела при высокоскоростных испытаниях [1].

Индукционные датчики относятся к генераторному типу датчиков. Конструкции и назначения таких датчиков различны. Они могут использоваться для определения параметров переменных и стационарных магнитных полей.

В работе представлены метод и система, обеспечивающие в атмосфере воздуха определение средней скорости полета метаемым телом мерной базы с бесконтактной фиксацией по времени и запуск регистрирующей аппаратуры от сигнала, сформированного при пролете измерительных сечений [2, 3].

Авторы обращают внимание на то, что в основе метода заложен принцип формирования нормированных импульсов положительной полярности для запуска регистрирующей аппаратуры с синхронизацией запуска по пути в заданной координате и определение скорости метаемого тела в момент пролета его через измерительное сечение.

Приведены результаты расчетно-экспериментального исследования индукционных датчиков при проведении высокоскоростных аэробаллистических испытаний.

Используя известные закономерности этого явления и имеющиеся в научной литературе экспериментальные данные, получены рабочие соотношения, позволяющие оценивать зависимость индукции магнитного поля от величины воздушного зазора.

### **Список литературы**

1. Герасимов С.И., Ерофеев В.И., Зубанков А.В., Кикеев В.А., Писецкий В.В. Математическое моделирование и экспериментальное исследование бесконтактного измерительного сечения в задаче высокоскоростной аэробаллистики // Инженерно-физический журнал. 2021. Т. 94, №1. С. 174-179.
2. Герасимов С.И., Зубанков А.В. Индукционный датчик для запуска регистрирующей аппаратуры // Журнал Приборы и техника эксперимента. 2019. №3. С. 38-40.
3. Герасимов С.И., Зубанков А.В., Николаев В.А., Шукшин Е.В., Казаков А.В. Способ измерения времени полета метаемым телом мерной базы и устройство

для его осуществления. // Бюллетень №25, патент №2698531 опубликован 28.08.2019.

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ВНЕШНИХ НАГРУЗОК

Петрова М.А., Демин И.Ю.

*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского*

Скелетные мышцы человека являются одним из самых крупных органов. Они обеспечивают механические функции организма. Заболевания и ослабления мышц связаны с изменением механических характеристик. Решение данной задачи актуально в сфере спортивной и космической медицины с точки зрения прогнозирования динамических и кинематических характеристик состояния людей, испытывающих экстремальные нагрузки, а также в сфере медицинских проблем стареющего организма.

Адекватная математическая модель реальной мышцы должна обеспечивать возможность описания изменения механических характеристик мышц при активации сократительной функции и влияние этих факторов на процесс активации. Опираясь на модель скелетной мышцы Дещеревского [1] в работе [2] была сформулирована модель, в которой были учтены внешние воздействия на поведение скелетной мышцы и позволило записать нелинейную систему уравнений (1):

$$\begin{aligned} \frac{dn}{dt} &= (k_1 a_0 \beta) l - k_1 (n + m) - \frac{1}{\delta} n \frac{dl}{dt} \\ \frac{dm}{dt} &= -k_2 m + \frac{1}{\delta} n \frac{dl}{dt} \end{aligned} \quad (1)$$

$$P = f(n - m)$$

В докладе приведены примеры двух видов внешнего воздействия на мышцу: воздействие конечной длительности  $P = P_s e^{-t^2}$  и короткий удар по напряженной мышце  $P = P_s(1 + th(t))$ . На рис. 1 и 2 приведены результаты численного решения системы уравнений (1) для поведения замыкающих  $n(t)$  и размыкающих  $m(t)$  мостиков портняжной мышцы лягушки для двух видов воздействия, описанных выше. Численное моделирование выполнено на языке программирования Python с использованием метода Рунге-Кутты.

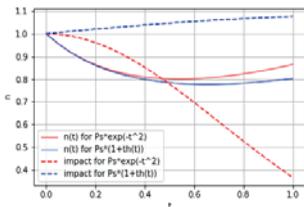


Рис.1. Число замыкающих мостиков  $n(t)$  при двух видах воздействия

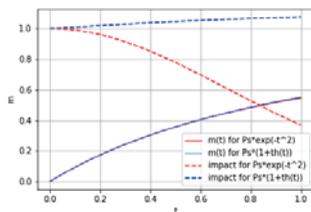


Рис.2. Число размыкающих мостиков  $m(t)$  при двух видах воздействия

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (государственное задание No. 0729-2020-0040).

### Список литературы

3. Дещеревский В.И. Математические модели мышечного сокращения. М.: Наука, 1977.
4. Руденко О.В., Сарвазян А.П. Волновая биомеханика скелетной мышцы // Акустический журнал. 2006. Т. 52. № 6. С. 833-846.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЯ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ ЖИДКОЙ ПЛЕНКОЙ

Пикалова М.А.

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» г. Саров

Для моделирования покрытия элементов пористой структуры жидкой пленкой важное значение имеют форма и геометрические размеры капли жидкого материала [1]. В данной работе рассмотрена задача определения геометрии капли жидкости, лежащей на наклонной плоскости при различных условиях смачиваемости.

**Постановка задачи:** Для расчёта формы неподвижной капли на наклонной поверхности записывается постановка задачи для слоя жидкости на полубесконечной горизонтальной гладкой пластине для случаев смачивания поверхности, как показано на рисунке 1. Угол смачивания равен  $\theta$ . Коэффициент поверхностного натяжения жидкости равен  $\sigma$ . Угол наклона поверхности составляет  $\alpha$ .

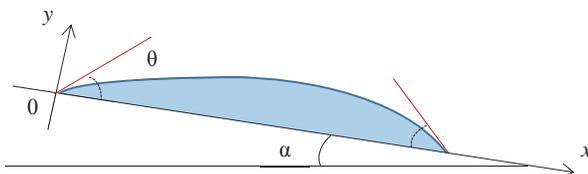


Рисунок 1 – Равновесная форма капли жидкости, сидящей на гладкой наклонной горизонтальной поверхности (вид с торца)

Математическое условие равновесия описывается уравнением Лапласа:

$$\frac{y''}{(1+y'^2)^{3/2}} = K_0 + \frac{\rho g}{\sigma} (y \cos \alpha - x \sin \alpha) \quad (1)$$

где  $\rho$  – плотность жидкости,  $g$  – ускорение свободного падения,  $K_0$  – начальная кривизна на плоскости  $y=0$ .

В работе приведены результаты расчета геометрии капли воды, нанесенной на твердую стеклянную подложку.

Выдвинутая гипотеза о существовании на абсолютно гладкой наклонной поверхности капли жидкости, имеющей одинаковые контактные углы смачивания, отвергнута. Однако на практике имеет место быть существование равновесных форм капель на поверхностях различного наклона.

В связи с этим, предполагая, что угол смачивания обуславливается лишь коэффициентами поверхностного натяжения взаимодействия различных сред, была выдвинута новая гипотеза о шероховатости поверхности крепления капли. Шероховатость, расположенная на поверхности подложки, позволяет добиться условия сохранения краевых углов.

Вследствие особенностей технологических характеристик подложки с принятым диапазоном шероховатости до 10 мкм, получены результаты моделирования капли на наклонной поверхности, представлены зависимости основных геометрических параметров и массы капли при заданном диапазоне.

#### ***Список литературы***

1. Матюхин С. И., Фроленков К. Ю. // Конденсированные среды и межфазные границы. 2013. Т. 15. № 3. С. 292-304.

### **РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА СВЯЗАННЫХ ПОДСТРУКТУР КРЕЙГА-БЭМПТОНА ДЛЯ РАСЧЕТА ЗАДАЧ МОДАЛЬНОГО АНАЛИЗА**

**Рябовол А.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Задачи механики и прочности такие, как проектирование самолетов, ракет, автомобилей и других объектов инженерной деятельности, приводят к дифференциальным уравнениям, для численного решения которых часто применяется метод конечных элементов (МКЭ) [1]. Использование данного метода сводит решение дифференциальной задачи к решению системы линейных уравнений. Количество уравнений в системе увеличивается прямо пропорционально количеству конечных элементов. С ростом сложности моделей и их размеров в условиях ограниченности ресурсов ЭВМ возникли методы, позволяющие уменьшить размерность исходных задач и производить расчеты для конструкций, разделенных на независимые части.

В докладе рассмотрен метод связанных подструктур Крейга-Бэмптона. Данный метод реализует один из подходов к решению задач большой размерности – разбиение исходной модели на составные части, построение для каждого фрагмента модели меньшей размерности, решение полученных задач и восстановление решения для исходной задачи.

Автором изложены теоретические основы модального анализа и метода связанных подструктур Крейга-Бэмптона, продемонстрированы примеры расчета задач модального анализа методом Крейга-Бэмптона, представлен сравнительный анализ результатов расчета исходной задачи и задачи меньшей размерности, выявлены некоторые особенности применения данного метода.

**Список литературы:**

1. Зенкевич О., “Метод конечных элементов в технике”, М., 1975, 541с.
2. R. R. Craig, Jr., “Coupling of Substructures for Dynamic Analysis: An Overview, Paper”, AIAA-2000-1573, presented at the AIAA Dynamics Specialists Conference, Atlanta, GA, April 5-6, 2000.
3. R. R. Craig, Jr. and M. C. C. Bampton, “Coupling of Substructures for Dynamic Analysis,” AIAA Journal, Vol. 6, No. 7, 1968, pp. 1313-1319.
4. А. А. Юдаков, “Принципы построения общих уравнений динамики упругих тел на основе модели Крейга–Бэмптона и их практически значимых приближений”, Вестн. Удмуртск. ун-та. Матем. Мех. Компьют. науки, 2012, выпуск 3, сс.126 – 140.
5. J. T. Young, “Primer on Craig-Bampton method”, 2000.
6. Zu-Qing Qu, “Model Order Reduction Techniques with Applications in Finite Element Analysis”, 2004, pp.31-46.
7. Valk, P. L. C. van der. “Coupled Simulations of Wind Turbines and Offshore Support Structures: Strategies based on the Dynamic Substructuring Paradigm.”, 2014

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК АГАР-ФАНТОМА  
СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛАСТОГРАФИИ  
СДВИГОВОЙ ВОЛНЫ**

**Синицын П.М., Дёмин И.Ю., Лисин А.А., Спивак А.Е.**

*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского*

В настоящее время в ультразвуковой медицинской диагностике активно используется метод эластографии сдвиговой волной. Одним из приложений данного метода является диагностика скелетных мышц человека, что открывает новые области исследования физиологии мышц и патологии.

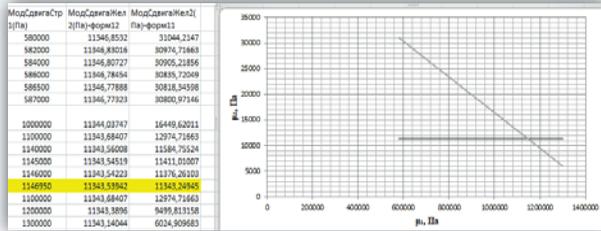
В работе [1] предложена струнная модель скелетной мышцы - мелкостлоистая среда с периодически чередующимися слоями толщиной  $h_1$ , и  $h_2$ , сдвиговые упругости и плотности которых равны  $\mu_1, \rho_1$  и  $\mu_2, \rho_2$ . Были получены уравнения движения для такой среды и определены скорости сдвиговых волн вдоль и поперек направления распространения сдвиговой волны.

$$C_{PAR} = \sqrt{\frac{h_1\mu_1+h_2\mu_2}{h_1\rho_1+h_2\rho_2}} ; C_{ORT} = \sqrt{\frac{\mu_1\mu_2(h_1+h_2)^2}{(\mu_1h_1+\mu_2h_2)(h_1\rho_1+h_2\rho_2)}}$$

В ходе эксперимента на акустической системе Verasonics были измерены значения скорости сдвиговой волны вдоль и поперек расположения упругих струн в агар-фантоме и получены соответственно следующие значения  $C_{PAR} = 3,3$  (м/с) и  $C_{ORT} = 7,4$  (м/с).

В докладе представлены результаты численного решения обратной задачи по определению упругих характеристик (модулей сдвига) агар-фантом и струн, используя экспериментальные значения для скорости сдвиговых волн.

$$\mu_2 = \frac{C_{ORT}^2 h_2 (h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2)}{(h_1 + h_2)^2 - \frac{C_{ORT}^2 h_1 (h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2)}{\mu_1}} ; \mu_2 = \frac{C_{PAR}^2 (h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2)}{h_2} - \frac{h_1}{h_2} \mu_1$$



Полученные результаты (из приведенного выше графика) для модулей сдвига струн и агар-фантома соответственно  $\mu_1 = 1,1$  МПа и  $\mu_2 = 11,3$  кПа, что согласуется с ранее известными данными для модулей упругости исследуемых сред.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (государственное задание No. 0729-2020-0040).

**Список литературы:**

1. Руденко О. В., Цюрюпа С. Н., Сарвазян А. П. Скорость и затухание сдвиговых волн в фантоме мышцы - мягкой полимерной матрице с замороженными натянутыми волокнами // Акустический журнал. 2016. Т. 62. № 5. С. 609–615.

**РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТА ГАЗОВОГО ПУЗЫРЬКА**

**Ямщиков В.М.**

*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров*

При работе технических систем может происходить нагрев элементов конструкции. Для устранения этой проблемы используют жидкостное охлаждение. Из-за наличия растворенного газа в жидкости и перепадов давления в системе охлаждения могут образовываться газовые пузырьки. В связи с этим необходимо знать динамику роста пузырьков в объеме жидкости.

На примере пузырьков образующихся в газированных напитках исследован их рост. Изучение именно такого случая связано с несколькими причинами. Во-первых, динамика роста пузырьков в газированных напитках ни чем не отличается от случаев, когда в воде растворены любые другие газы. Во-вторых, за счет быстрого увеличения их размера, время, необходимое для численного

расчета этой задачи, намного меньше, чем для других растворенных газов. В третьих, это достаточно наглядный пример, который можно наблюдать в «домашних» условиях.

В работе рассмотрены два механизма роста газовых пузырьков в объеме жидкости с растворенным газом  $\text{CO}_2$ . Первый механизм описывает рост пузырьков, образующихся на стенке резервуара, в котором находится жидкость с растворенным в ней газом. Второй механизм описывает рост пузырьков всплывающих в объеме жидкости [1].

#### ***Список литературы***

1. Чернов А.А., Пильник А.А. Особенности роста газовых пузырьков в высоковязком газонасыщенном растворе // Современная наука. 2013. № 1 (12). С. 446-451.

### **МЕТОД ВЕКТОРОВ НЕВЯЗКИ ДЛЯ РАСЧЕТА ГАРМОНИЧЕСКОГО ОТКЛИКА КОНСТРУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СУПЕРПОЗИЦИИ СОБСТВЕННЫХ ФОРМ**

**Тангалычева А.Р.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Работа посвящена исследованию метода векторов невязки, предназначенного для повышения точности при получении отклика конструкции под действием нагрузки, заданной гармоническим образом методом суперпозиции собственных форм колебаний [1]. При расчете гармонического отклика часто используют метод суперпозиции ввиду своей относительной дешевизны с вычислительной точки зрения по сравнению с полным методом. Однако по сравнению с полным методом, при использовании которого необходимо решать комплексную систему уравнений большой размерности для каждой из частот нагрузки, метод суперпозиции решает задачу приближенно [2]. Для повышения точности получаемого решения можно применить метод векторов невязки [3]. Решение данной задачи очень значимо, так как оно позволит снизить затраты и время расчета.

В работе рассмотрены основные принципы получения установившегося отклика конструкции при проведении гармонического анализа. Приводится описание основных методов: полного метода и метода суперпозиции собственных форм колебаний. Для повышения точности метода суперпозиции добавляется метод векторов невязки, работоспособность которого демонстрируется на простой модельной задаче.

#### ***Список литературы***

1. Леонтьев Н.В. Применение системы ANSYS к решению задач модального и гармонического анализа. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Информационные системы в математике и механике». Нижний Новгород, 2006, 101 с.
2. Maurice Petyt. Introduction to finite element vibration analysis. – 1990. – 574 с..

3. J.M. Dickens, J. M.Nakagawa, M.J. Wittbrodt. "A critique of mode acceleration and modal truncation augmentation methods for modal response analysis". – 1997. – с. 985-998.

**РЕШЕНИЕ ДВУМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЯВНЫХ РАЗНОСТНЫХ СХЕМ ТИПА ПРЕДИКТОР-КОРРЕКТОР НА ОСНОВЕ ПОЛИНОМОВ ЧЕБЫШЁВА И ЛАНЦОША**

**Синатова Т.Е.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Учёт теплового обмена в последнее время всё чаще становится востребованным при решении практических задач. Для численного решения уравнения теплопроводности используются как явные, так и неявные разностные схемы [1],[2]. Явные схемы просты в реализации, но имеют недостаток, связанный с ограничением шага по времени. Для получения решения по неявной схеме на каждой итерации необходимо решать систему линейных алгебраических уравнений, что является трудозатратной задачей. Существуют разностные схемы, основанные на полиномиальной аппроксимации оператора шага [3]. Они просты в реализации, лишены обременительного ограничения на шаг, а также могут быть эффективно распараллелены.

В работе рассмотрен метод численного решения краевых задач для двумерного уравнения теплопроводности. Суть этого метода заключается в построении разностного оператора шага в виде операторного полинома на основе многочленов Чебышёва и Ланцоша. Конструирование операторного полинома происходит в пространстве Фурье-образов, где выполняется аппроксимация исходного дифференциального уравнения теплопроводности и аналитически вычисляется наименьший порядок полинома, необходимый для обеспечения устойчивости вычислений. Алгоритм расчета на каждом временном слое представляет схему предиктор-корректор, реализуемую в виде рекуррентных соотношений, каждое из которых эквивалентно по трудоемкости явной разностной схеме.

Выполнена программная реализация решения двумерного уравнения теплопроводности по явной разностной схеме и по полиномиальному методу на основе многочленов Чебышёва и Ланцоша. Показана работоспособность созданной программы на примере расчетов двух тестовых краевых задач с граничными условиями первого и второго типа. В результате сравнительного анализа полученных результатов было обнаружено, что схема с использованием многочленов Чебышёва имеет существенный недостаток, связанный с нарушением монотонности решения при увеличении значения шага по времени. Разностная схема с использованием полиномов Ланцоша показала достаточно высокую точность расчетов по сравнению с явной схемой и схемой на основе полиномов Чебышёва.

**Список литературы**

1. Калиткин Н.Н. Численные методы. - М.: Наука, 1978.

2. Рихтмайер Р., Мортон К. Разностные методы решения краевых задач, - М.: Мир, 1972

3. Козырев О.М., Литвинов В.П. Метод полиномиальной аппроксимации оператора шага уравнения теплопроводности // Вопросы атомной науки и техники. Серия Математическое моделирование физических процессов, 2012, Вып. 4. С. 3-12.

## ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ КАТОДА СТРИПОВЫХ КАМЕР ПОСЛЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА БАК

Коновалова Т.А.<sup>1</sup>, Бузовера М.Э.<sup>1</sup>, Гаврилов Г.Е.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров,  
<sup>2</sup> ПИЯРФ

Сегодня интерес к исследованиям радиационной стойкости газоразрядных детекторов, работающих на БАК, снова вырос. Это связано с планируемым на 2025-й год почти десятикратным увеличением светимости БАК и, как следствие, с необходимостью обеспечить радиационную стойкость детекторов на последующие 10 лет работы. Важной мотивацией для проведения исследования стало периодическое появление в пропорциональных камерах, работающих на коллайдере, спонтанных самоподдерживающихся токов (эффекта Мальтера (МЭ)), в десятки раз превышающих ток ионизации в эксперименте [1]. В представленной работе поверхность катодов стриповых камер, проработавших около 10 лет в эксперименте ЛНСb на БАК, впервые исследована методом АСМ в режиме отображения сопротивления растекания. Получена экспериментальная зависимость влияния силы прижима зонда и токовых характеристик (рис.1).

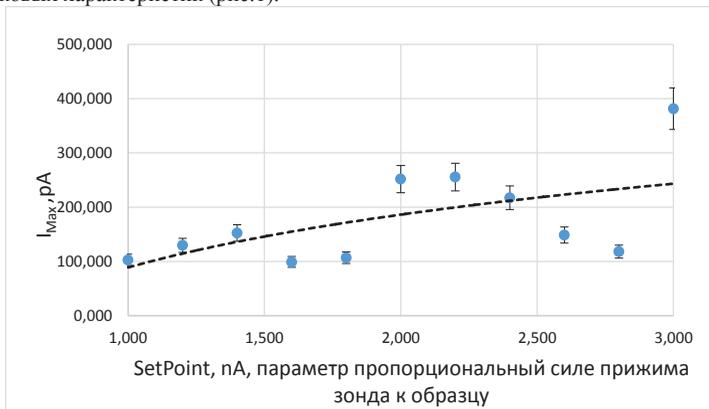


Рис.1.

Экспериментальные значения токов использовались при расчете удельного сопротивления образцов катода с использованием математической модели определения удельного сопротивления полупроводников из работы [2].

Установлена корреляция экспериментальных и теоретических оценок удельного сопротивления для образцов из зон МЭ и без него. Результаты измерений наглядно демонстрируют значительные броски величин удельного сопротивления на поверхности катода в точечных зонах. Наличие подобных явлений вполне может быть причиной появления токов вторичной эмиссии с поверхности катодов, которые инициируют возникновение МЭ.

#### **Список литературы:**

1. Ferguson T. et al. "Aging studies of CMS muon chamber prototypes" // Nucl. Instrum. and Methods Phys. Res. A. 2002, V. 488, P. 240.
2. В.И.Смирнов и др. Методика определения удельного сопротивления полупроводниковых материалов методом атомно-силовой микроскопии // ЖТФ, 2018, том 88, вып.8, с.1273-1278.

### **ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРМОКОМПЕНСАЦИОННО-ДЕМПФИРУЮЩИХ ПРОКЛАДОК**

**Е.С. Медведев<sup>2</sup>, Ю.А. Вяткин<sup>1,2</sup>, М.А. Пухов<sup>1,2</sup>, Л.Н.Сметанин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ, г. Саров

<sup>2</sup> Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров

В конструкциях специзделий, разрабатываемых во ВНИИЭФ, используются два основных вида компенсирующих элементов, обеспечивающих плотность сборки деталей в диапазоне температур эксплуатации: гидроупоры и наборы пружин.

В настоящее время во ВНИИЭФ проектируется термокомпенсационно-демпфирующая прокладка ячеистой двухслойной структуры. Поэтому для оценки возможности использования таких прокладок в конструкциях специзделий необходимо расчётным путём определить параметры НДС при сжатии осевым усилием и разгрузке на 10 %.

В докладе приводятся результаты численных расчётов параметров НДС двух вариантов прокладки при действии осевых сжимающих усилий и при разгрузке, определена зависимость реакции от величины осевых сжимающих усилий. Расчёты и построение сетки проведены в ПП ЛОГОС версии 5.3.19. Выполнен сравнительный анализ полученных результатов.

#### **Список литературы**

1. Зенкович О.К. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975.
2. Капустин С.А. Метод конечных элементов в задачах механики деформирующихся тел: Учеб. Пособие. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2002
3. ГОСТ 7338-90. Пластины резиновые и резинотканевые. ТУ.
4. Физико-механические и тепловые свойства различных материалов и сплавов. Справочник РФЯЦ-ВНИИЭФ.
5. Физико-механические и тепловые свойства различных материалов и сплавов. Справочник РФЯЦ-ВНИИЭФ., 2002.

6. Пакет программ «ЛОГОС», версия 5 (ЛОГОС ПРОЧНОСТЬ), ЭВМ рег. № 489 от 19.12.2019.

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ИНТЕНСИВНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В СРЕДАХ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ ЗАТУХАНИЕМ

Калинкина Е.М., Демин И.Ю.

*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского*

Процесс распространения интенсивной ультразвуковой волны, позволяющей выявить нелинейные свойства различных сред, описывается близкими эволюционными уравнениями, которые можно свести к модифицированному виду. При больших коэффициентах нелинейности среды распространение волн сопровождается их интенсивным самовоздействием, что приводит к искажению профиля волны, изменениям в спектральном составе сигнала и других характеристиках [1].

В данной работе рассмотрено численное моделирование эволюционного уравнения распространения нелинейных акустических волн – уравнения Бюргерса (приведено для одномерной задачи в безразмерном виде) [1].

$$\frac{\partial U}{\partial z} - \frac{\partial G(U)}{\partial \tau} = L\left(\frac{\partial}{\partial \tau}\right)U \quad (1)$$

Для сред с квадратичной нелинейностью ( $G(U)=U^2$ ) и произвольным затуханием  $L(-i\omega)$ , что характерно для мягких биологических тканей, спектральная схема решения уравнения (1) для спектра нелинейной волны  $C(\omega, z)$  имеет вид:

$$C(\omega, z + \Delta z) = C(\omega, z) - i\omega \frac{1}{2} \Delta z F \left( [F^{-1}(C(\omega, z))]^2 \right) - L(-i\omega) \Delta z C(\omega, z) \quad (2)$$

Для реализации схемы решения (2) была написана программа на языке программирования Python с использованием стандартных функций библиотеки. На рис. 1 приведена эволюция профиля начальной синусоидальной волны в среде с квадратичной нелинейностью и произвольным затуханием

$$L = L(-i\omega) = -\mu_1(1+i)\sqrt{\omega} - \mu_2\omega^2; \quad \mu_1 = 0.4, \quad \mu_2 = 0.1 \quad ,$$

которое описывает распространение акустических волн в тонких трубах с пристеночной вязкостью (характерно для артерий и капилляров).

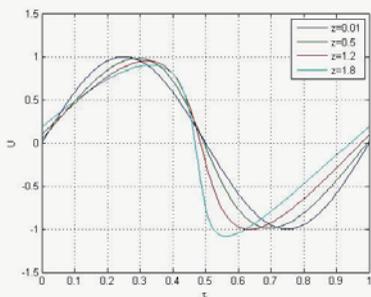


Рис. 1. Эволюция профиля начальной синусоидальной волны в среде с квадратичной нелинейностью и произвольным затуханием

В данном случае у исходного синусоидального сигнал по мере распространения ( $z$  растет) наблюдается укрупнение волнового фронта, что также приводит к уменьшению энергии сигнала и за счет произвольного затухания.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ, проект 19-12-00256.

#### ***Список литературы***

1. Гурбатов С. Н., Руденко О.В., Саичев А. И. Волны и структуры в нелинейных средах без дисперсии. Приложения к нелинейной акустики. М.: ФИЗМАТЛИТ 2008.496 с.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГРУППОВОГО ДЕСАНТИРОВАНИЯ МОТОВЕЗДЕХОДОВ**

**Янжавцев А.В., Волков С.С., Пузевич Н.Л., Авраменко Д.В., Демихов С.В.**

*Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище*

С повышением роли десантных подразделений в выполнении боевых задач усилилась необходимость обеспечения их новейшими разработками вооружения и военной техники, в частности, мотовездеходами. Для решения такой задачи необходимо определить способы их доставки, разработать и освоить новое оборудование: устройство грузового отсека самолета, устройства сброса, упаковочные приспособления, защитные средства приземления, в частности типовую парашютную платформу, позволяющую размещать на них транспортные средства, обеспечивать плотное размещение их в грузовом отсеке самолета и условия безопасного устойчивого приземления.

Целью данной работы являлись разработка методических основ и принципов построения устройств десантирования малых транспортных средств, в частности мотовездеходов самолетным способом. Для выполнения поставленной цели был проведен анализ энерго-силовых воздействий на парашютную систему и ориентационных процессов ее движении при десантировании грузов, а также условий устойчивого приземления.

При десантировании парашютным способом вооружения, военной техники и грузов (далее – грузов) выделяются четыре этапа движения и отличительных силовых воздействий на парашютную систему и десантируемый груз.

Первый этап – сброс снаряженной парашютной системы с платформой и грузом с летательного аппарата и свободное падение в течение 3-4-х секунд.

Второй этап – процесс раскрытия купола парашюта, торможения и выход на движение с равномерной скоростью спуска.

Третий этап – равномерно-прямолинейное вертикальное движение парашютной системы.

Четвертый этап – приземление груза с торможением от равномерной скорости до состояния покоя[1,2].

Все этапы характеризуются наличием энергосиловых воздействий на парашютную систему, но в разной мере по степени полезности и опасности[3].

В результате работы проведено моделирование процессов группового десантирования энерго-силовых воздействий на парашютную систему и ориентационных процессов ее движения при сбросе техники.

#### ***Список литературы***

1. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Т.2. Динамика. – М.: Наука, Гл.ред. физ.-мат. лит., 1966. – 663 с.
2. Маркеев А.П. Теоретическая механика. Учебник для университетов. – М.: ЧеРо, 1999. 572 с. (Удар. Глава XII. Теория импульсных движений. С. 4065-467).
3. Физическая энциклопедия. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1994. – Т.4. С.618. Т. 5.

### **РЕАЛИЗАЦИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО МЕТОДА ПРОГОНКИ НА ГРАФАХ ПРИ РЕШЕНИИ ДВУМЕРНОГО КВАЗИЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НА БЛОЧНО-СТРУКТУРИРОВАННЫХ КРАТНЫХ СЕТКАХ**

**Уразов П.В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Объектом исследования научной работы является решение двумерных задач квазилинейной теплопроводности при использовании блочно-структурированных кратных сеток.

Целью работы является реализация метода прогонки на графах в рамках разностной схемы расщепления по направлениям для численного решения двумерного уравнения теплопроводности на блочно-структурированных кратных сетках.

Актуальность работы обусловлена необходимостью решения задач теплопроводности с возможностью повышения точности в выделенной подобласти или нескольких подобластях за счет использования более подробной счетной сетки. Такой подход позволяет повысить экономичность вычислений за счет сокращения общей размерности задачи. Также в результате развития параллельных технологий и создания многопроцессорных ЭВМ

актуальной проблемой является применение этих мощностей при расчете инженерных задач.

Для решения поставленной задачи для квазилинейного уравнения теплопроводности на блочно-структурированных сетках используется схема расщепления по направлениям. При ее построении получаются системы «разветвленных» одномерных линейных алгебраических уравнений, для решения которых используется метод прогонки на графах. Между так называемыми узловыми точками системы линейных алгебраических уравнений имеют трехточечный вид, что было показано в работах [1,2]. Для решения этих систем используется параллельный метод Яненко Н.Н. [3], который фактически является частным случаем метода прогонки на графах.

В процессе реализации алгоритмов выделяются следующие аспекты: компоновка данных и особенности хранения их в памяти, упрощение математических алгоритмов для оптимизации вычислений и использование технологий параллельного программирования.

Тестирование реализованных алгоритмов выполняется на примере расчета задачи о нитевидной точечном источнике. Проводится сравнение скорости работы с неявной схемой решения уравнения теплопроводности.

В результате исследования показано, что использование блочно-структурированных сеток для расчета процесса теплопроводности позволяет без потери точности уменьшить размерность задачи, задавая необходимый размер шага по пространству в интересующей подобласти.

Стоит отметить, что методы, описанные в работе, имеют большой потенциал, как в плане дальнейшего совершенствования, так и в перспективе использования для решения различных классов задач математической физики.

### ***Список литературы***

1. Фрязинов И. В., “Алгоритм решения разностных задач на графах”, Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 10:2 (1970), 474–477.
2. Воеводин А. Ф., Шугрин С. М., “Метод параллельной прогонки для систем разностных уравнений, определенных на графах”, Численные методы механики сплошной среды. – 1980, – Т. 11, № 7. – С. 23–40.
3. Яненко Н. Н., Коновалов А. Н., Бугров А. Н., Шустов Г. В. Об организации параллельных вычислений и «распараллеливании» прогонки// Численные методы механики сплошной среды. – 1978. – Т. 9, № 7. – С. 139 – 146.

## **ФОТОННЫЙ ДОПЛЕРОВСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ СКОРОСТИ**

**Барабанов А.В., Батьков Ю.В., Демидович А.В., Фролова А.Н.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Объектом исследования данной работы является метод измерения скорости с помощью фотонного доплеровского измерителя.

Цель работы – описание принципа действия методики PDV при ударно-волновом нагружении.

В процессе выполнения работы произведён обзор интерферометрических методов измерения скорости, рассмотрены эксплуатационные детали и преимущества PDV.

В основе методов регистрации быстропротекающих процессов лежат физические принципы, которые можно разделить на три группы: механические, электрические и оптические. В последнее время наиболее распространёнными являются лазерные оптические методы измерения, основанные на эффекте Доплера.

Оптическая интерферометрия имеет долгую историю в науке о сжатии ударных волн, где скорости составляют км/с. VISAR (система скоростного интерферометра для любой отражающей поверхности) была разработана в начале 1970-х годов, а лазерный интерферометр Фабри–Перо был доступен с начала 1980-х годов. Обе диагностики были в значительной степени вытеснены PDV (фотонный доплеровский измеритель скорости), впервые описанной Стрэндом в 2004 году. Этот переход обусловлен эксплуатационной простотой PDV и активным сообществом пользователей.

Схема методики измерения скорости с помощью фотонного доплеровского измерителя представлена на рисунке 1.

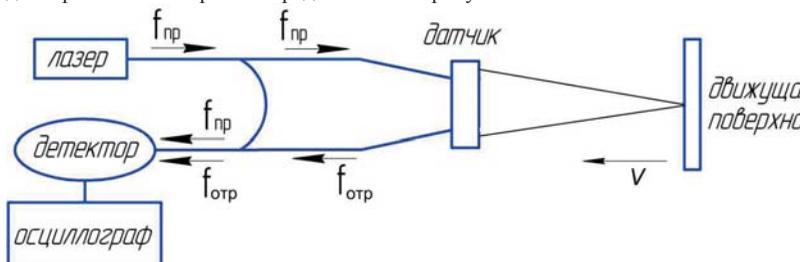


Рисунок 1 – Схема фотонного доплеровского измерителя

В результате проделанной работы были показаны характерные области применения PDV, представлены принципиальные схемы данной методики. PDV – это мощный метод измерения скорости с временным разрешением. Разработки телекоммуникационной отрасли (одномодовое волокно, чрезвычайно стабильные волоконные лазеры и высокоскоростные приемники) позволяют легко использовать PDV в широком диапазоне экспериментов.

### **Список литературы**

1. Экспериментальные методы в физике ударных волн и детонации.: Монография/под общей ред. д-ра физ-мат наук М.В. Жерноклетова.-Саров: ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2020. 519 с.
2. Dolan D.H. Extreme measurements with Photonic Doppler Velocimetry, 2020. 22 с.

## **КОАГУЛЯЦИЯ И ФРАГМЕНТАЦИЯ КАПЕЛЬ ЖИДКОСТЕЙ**

**Барабанов А.В., Батьков Ю.В., Демидович А.В., Фролова А.Н.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Объектом исследования данной работы является бинарное столкновение капель топлив.

Цель работы – экспериментальное определение основных характеристик взаимодействия капель перспективных композиционных топлив и их измельчение в газовой среде.

В процессе выполнения работы проведены экспериментальные исследования и численное моделирование процессов вторичного измельчения капель различных жидкостей.

Газопарокапельные потоки широко применяются в различных областях, например, при термической очистке воды, пожаротушении, в топливных технологиях. Сложность использования состоит в контроле компонентного состава и структуры газопарокапельной смеси. В рассмотренных технологиях процессы протекают в условиях интенсивных фазовых превращений, турбулентных течений и химических взаимодействий, что затрудняет контроль. Важно разработать методики и получить прогностические оценки изменения структуры и состава газопарокапельных потоков при столкновении капель.

Схема регистрации параметров соударений показана на рисунке 1.

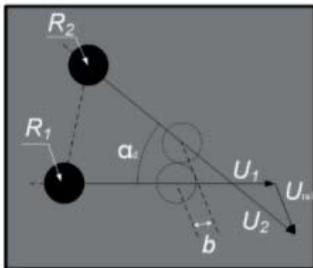


Рисунок 1 – Схема регистрации параметров взаимодействия

В результате проделанной работы было определено, что на исход взаимодействия более сильное влияние оказывают размер и скорость движения капель, а также линейный и угловой параметры. Выявлен вероятностный характер взаимодействия капель и последствий соударений. Полученные данные позволяют сформулировать гипотезу о наиболее подходящих условиях для реализации режима дробления капель топлив в реальных установках.

#### **Список литературы**

1. Tkachenko P. P., Shlegel, N. E., Volkov, R. S., & Strizhak, P. A. Experimental study of miscibility of liquids in binary droplet collisions //Chemical Engineering Research and Design. – 2021.
2. Yuan S., Dabirian, R., Shoham, O., & Mohan, R. S. Numerical Simulation of Liquid Droplet Coalescence and Breakup //Journal of Energy Resources Technology. – 2020. – Т. 142. – №. 10.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ВАВИЛОВА-ЧЕРЕНКОВА В РАЗЛИЧНЫХ ПОСТАНОВКАХ ЗАДАЧИ И ПРИБЛИЖЕНИЯХ**

**Гончаров Е.С., Чернышев Д.М.**

*НИЯУ МИФИ, г.Москва*

## Введение

Излучение Вавилова-Черенкова наблюдаемое в непосредственных экспериментах при его открытии дает однозначную формулу для угла рассеивания волны, следующую из рассмотрения движения частицы в нулевом приближении. То есть считая, что скорость движения частицы постоянна.

$$\cos \theta = \frac{c}{nv}, \quad (1)$$

где  $\theta$  – угол между нормалью и скоростью заряда,  $n$  – показатель преломления среды,  $v$  – скорость частицы. При изначальном рассмотрении данного явления формула (1) дала понимание направленности движения излучения и явный вид зависимости для угла его рассеивания. Если рассмотреть эту формулу более детально и выяснить, какие величины и зависимости ими порождаемые входят в ответ, можно давать ограничения на переменные входящие в ответ.

## Постановка задачи

Рассмотрим угол рассеивания при различных значениях параметра преломления среды. Порядок этой переменной будет определять конечную зависимость для угла рассеивания, так как в изначальном варианте постановки задачи преломление среды считалось много меньшим единицы, что являлось следствием поставленного в данных условиях эксперимента. Рассмотрим движение заряда  $e$  в прозрачной изотропной среде, пренебрегая торможением. В среде, которой движется фотон он имеет закон рассеивания:

$$n\omega = ck \quad (2)$$

Постановка задачи включает в себя изначальные значения импульса и энергии частицы .

В зависимости от параметра  $n$  итоговая формула для угла рассеивания будет включать различное число членов, так как пренебречь некоторыми величинами в случае  $n \gg 1$  нельзя.

## Результаты.

При разном значении параметра  $n$  форма ответа, как уже говорилось выше, будет различной. В частности , при  $n$  много меньшем единицы будет совпадать с формулой, полученной в ходе изначальных экспериментов. При высокой степени преломления среды формула для угла рассеивания будет иметь вид:

$$\cos \theta = \frac{c}{vn} - \frac{hk}{2mv} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (3)$$

Для всех переменных, входящих в ответ определены допустимые интервалы, которые диктуются как чисто математическими зависимостями, так и законами сохранения. Построены аналитические графики поведения переменных  $\theta$  и  $\cos \theta$  в зависимости от скорости движения фотона в среде, рассмотрен вариант воды как среды распространения излучения, получено спектральное распределение излучения для данной среды.

## Список литературы

1. Болотовский Б. М. Излучение Вавилова-Черенкова: открытие и применение // Успехи Физических Наук, 2009, №179, с. 1161–1173
2. Денисов С.П. Излучение "сверхсветовых" частиц (эффект Черенкова) // Соросовский образовательный журнал, 1996, №2, с. 89-97.

## **ЧИСЛЕННАЯ МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ СТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТОНКОСТЕННЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА БАЗЕ ТРЕУГОЛЬНОГО КОНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА В КОМПЛЕКСЕ ПРОГРАММ ЛОГОС**

**Чикин А.М., Глазунов В.А.**

*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров.*

С 2010 года в ИТМФ РФЯЦ-ВНИИЭФ ведется разработка расчетно-математических комплексов программ инженерного анализа и суперкомпьютерного моделирования Логос [1], в состав которого входит программный модуль для моделирования задач теплопроводности (Логос Тепло).

В данной работе представлена численная методика, построенная на основе двумерного метода конечных элементов на базе треугольного конечного элемента [2] с добавлением третьего направления, ортогонального поверхности модели. Реализация методики в тестовом режиме внедрена в модуль решения задач теплопроводности Логос Тепло.

Представленная методика позволяет экономить машинную память при расчёте задач теплопроводности за счёт упрощения требований к сеточной модели, что обеспечивает также снижение календарного времени расчёта без значимых потерь в точности.

Верификация численного метода продемонстрирована на тестовой задаче, имеющей аналитическое решение, о распространении тепла в плоской стенке, состоящей из четырёх слоёв различной толщины. Поставленная задача решалась двумя способами: с применением 3D-модели по стандартно используемому в Логос Тепло методу конечных объёмов, и с применением 2D модели в оболочечном приближении с использованием представленного в данной работе метода конечных элементов для треугольников. Представленные результаты решения тестовой задачи демонстрируют применимость реализованного подхода к использованию в рамках пакета программ Логос Тепло.

### ***Список литературы***

1. Дерюгин Ю.Н., Зеленский Д.К., Глазунов В.А. и др. Многофункциональный пакет программ ЛОГОС: физико-математические модели расчёта задач аэро-, гидродинамики и теплопереноса: Препринт. РФЯЦ-ВНИИЭФ. – 111-2013. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2013.
2. Л. Сегерлинд. Применение метода конечных элементов: Пер. с англ. М.: Мир. 1979. – 393 с.

## **РАСЧЕТ СРЕДНЕГО РАЗМЕРА КЛАСТЕРОВ ЧАСТИЦ В ОСАДКЕ ВЫСУШЕННОЙ КАПЛИ**

**Золотарев П.А.<sup>1,2</sup>, Колегов К.С.<sup>1,2,3</sup>**

*<sup>1</sup> Астраханский государственный университет; <sup>2</sup> Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН; <sup>3</sup> Каспийский институт морского и речного транспорта, филиал Волжского государственного университета водного транспорта*

Массоперенос в высыхающих каплях и пленках интересен из-за множества приложений. Например, создание прозрачных электропроводящих покрытий, струйная печать, производство фотонных кристаллов, тестирование лекарственных средств и диагностика заболеваний [1]. В [2] разработана модель, описывающая перенос частиц в испаряющейся на подложке капле. Модель учитывает диффузию, смещение частиц потоком и их капиллярное притяжение. Результаты расчетов показали, что цепочки частиц (кластеры) образуются к концу процесса испарения из-за капиллярного притяжения частиц в районе подвижной границы, где толщина жидкого слоя сравнима с размером частицы. В [3] за основу был взят алгоритм [2] и модифицирован. Теперь в алгоритме учитываются многократные попытки смещения частиц до тех пор, пока все подвижные частицы не сместились или ни одна из оставшихся на месте подвижных частиц не поддается смещению. Только после этого происходит переход к расчету следующего временного шага. Кроме того, на каждом временном шаге выполняется перемешивание номеров частиц, чтобы исключить их последовательный перебор. Эта модификация алгоритма при достаточно малом временном шаге позволяет аппроксимировать движение частиц в системе с помощью последовательных смещений. С помощью модифицированного алгоритма была проведена серия расчетов для определения зависимости среднего размера кластеров частиц ( $N_c$ ) от значения радиуса малой окрестности  $R_n$ . В расчетах использовались значения параметра  $R_n$  в диапазоне от  $5r_p$  до  $20r_p$ , где  $r_p$  – радиус частицы. Модель предсказывает, что значение  $\langle N_c \rangle$  нелинейно возрастает при увеличении параметра  $R_n$ . Экспериментальные данные [4] были нами обработаны. Определено значение среднего размера кластеров частиц ( $\langle N_c \rangle \approx 8.2$  на рис. 1). Численные результаты соответствуют эксперименту при  $R_n \approx 8r_p$ .

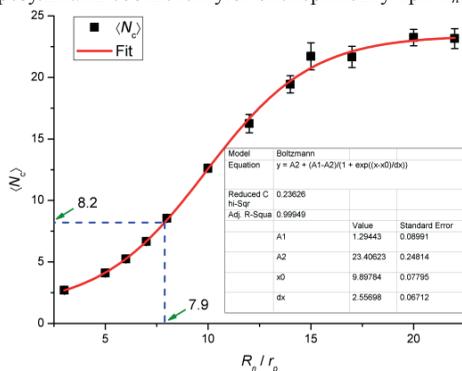


Рис. 1. Зависимость среднего размера кластер частиц  $\langle N_c \rangle$  от малой окрестности  $R_n$  [3]

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФН, проект 18-71-10061.*

1. Kolegov K.S., Barash L.Yu. Applying Droplets and Films in Evaporative Lithography // Advances in Colloid and Interface Science.— 2020 DOI 10.1016/j.cis.2020.102271
2. Kolegov K. S., Barash L. Yu., Joint effect of advection, diffusion, and capillary attraction on the spatial structure of particle depositions from evaporating droplets // Physical Review E.— 2019.— September.— Vol. 100, Iss. 3.— P. 033304 DOI 10.1103/physreve.100.033304

3. Zolotarev P. A., Kolegov K. S. Average cluster size inside sediment left after droplet desiccation // Journal of Physics: Conference Series.— 2021.— January.— Vol. 1740.— P. 012029 DOI 10.1088/1742-6596/1740/1/012029
4. J. Park and J. Moon, Control of colloidal particle deposit patterns within picoliter droplets ejected by ink-jet printing, Langmuir 22, 3506 (2006). doi.org/10.1021/la053450j

### **АНАЛИЗ НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТИ МОДЕЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ЯГККИХ МАТЕРИАЛОВ НА НАНОМАСШТАБЕ**

**Докукин М.Е., Говорунов Н.Н., Лебедев О.Н., Щепелев А.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

В работе представлен сравнительный анализ моделей, применяемых для расчета модуля упругости (эффективного модуля Юнга) мягких материалов (клеток), на примере данных индентирования, полученных с помощью сканирующего зондового микроскопа. Исследовался вопрос, возможно ли самосогласованным образом описать жесткость клеток, являющихся весьма неоднородными объектами, с помощью значения модуля упругости. Модель клетки была представлена в виде однородной упругой среды, имеющей либо гладкую полусферическую границу (для расчета с помощью моделей Герца и Снеддона), либо границу, покрытую слоем неоднородного, неэластичного материала (для расчета с помощью модели «Brush»). Было проведено сравнение рассчитанных данных для зондов различной формы и размеров. Была оценена непротиворечивость применения расчетных моделей для обоих типов модели клетки. В частности, мы проверили независимость модуля упругости от глубины проникновения, которая предполагается в этих моделях. Было показано, что только модель «Brush» показала непротиворечивость при обработке данных индентирования, полученных с помощью сферических зондов большого радиуса. Во всех других случаях: в моделях Герца/Снеддона, и в модели «Brush» в случае использования острых конических зондов, модуль упругости демонстрировал сильную зависимость от глубины индентирования, что противоречит предположениям, используемым в данных моделях. Была обсуждена природа этих результатов.

**СЕКЦИЯ**  
**«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ В**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ»**

**МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАРКЕТИНГОВЫХ СТРАТЕГИЙ НА**  
**ПРЕДПРИЯТИИ**

**Бакулина Н. А.**

*Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,  
г.Н.Новгород*

В современных условиях каждое предприятие заинтересовано в эффективном управлении своей маркетинговой деятельностью. В частности, ему нужно знать, как анализировать рыночные возможности, отбирать подходящие целевые рынки, разрабатывать эффективный комплекс маркетинга и успешно управлять претворением в жизнь маркетинговых усилий.

В России реализация задач стратегического маркетинга усложнена тем обстоятельством, что опыт реального применения стратегического маркетинга весьма небольшой, во многих, даже крупных компаниях, не осознается необходимость организации службы маркетинга как самостоятельного подразделения. Мало внимания уделяется вопросам стратегического планирования, как правило, о стратегических целях организации персонал имеет лишь общее представление.

Но все же динамично развивающаяся деловая среда настойчиво ставит перед менеджерами целый ряд проблем, одной из которых является повышение конкурентоспособности товаров и услуг. Ее решение невозможно без анализа факторов внешней и внутренней среды организации, конкурентного анализа и других важных элементов деловой среды.

Таким образом, суть стратегического маркетинга заключается в опирающемся на современный инструментарий поиске решений, направленных на удовлетворение потребностей потребителей и на получение у них преимуществ по сравнению с конкурентами с помощью специальных рыночных мероприятий. Грамотное, обоснованное маркетинговое решение поможет предприятию выжить в неблагоприятной внешней среде.

Выбор стратегии зависит от ситуации, в которой находится предприятие, поэтому маркетинговые программы как краткосрочные, так и долгосрочные требуют разработки и применения такой стратегии, которая при заданных условиях максимально отвечала бы государственной экономической политике и в то же время обеспечивала коммерческим структурам необходимую эффективность, рентабельность и материальную заинтересованность в результатах труда. Использование методов маркетинга позволяет тесно стыковать интересы и цели предпринимательства, отдельных хозяйствующих структур с общественными целями и интересами, обеспечивать единство микро- и макроэкономического подходов к развитию экономики, что в конечном итоге способствует снижению риска банкротства.

### *Список литературы*

1. Кузнецов В.П., Романовская Е.В. Теоретические основы качества продукции на предприятии // Актуальные вопросы права, экономики и управления. Сборник статей IX Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 181-183.

## **О ПРИМЕНЕНИИ СРЕДСТВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СЕТКИ В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ ПО МЕТОДИКЕ МИМОЗА**

**Воеводин А. В., Бабанов А. В., Щербаков А. Н.**

*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров*

Одной из основных проблем «лагранжево-эйлеровых» методов расчета сплошной многокомпонентной среды является корректное перестроение пространственной разностной сетки после «лагранжевого» этапа. Коррекция пространственной сетки в «лагранжево-эйлеровой» методике МИМОЗА [1] не связана с движением вещества, а выполняется согласно набору правил перестроения, или типов интерполяции, вычислительной сетки, функционирующих в рамках программы, реализующей методику МИМОЗА.

Существующие типы интерполяции разностной сетки методики МИМОЗА не распространяются на сегменты пространственной сетки, отмеченные как «лагранжевые линии» (ЛЛ) и используемые для выделения контактной границы материалов. Узлы ЛЛ не изменяют своего геометрического положения после лагранжевого шага на этапе перестроения вычислительной сетки и позволяют проводить расчеты с более высокой точностью, за счет запрета на перетекание массы и, соответственно, на формирование смешанных ячеек на этапе адвекции. Сильные деформации ЛЛ приводят к образованию перекрытий и переклестов счетных ячеек и, впоследствии, к аварийной остановке процесса счета. Современное снятие признака ЛЛ у сегмента узлов пространственной сетки позволяет продолжить счет, при этом несколько понижая точность полученного решения. Решение по снятию ЛЛ, зачастую, принимается уже после аварийной остановки счета задачи, за которой следует этап устранения проблемы ЛЛ и повторный запуск счета задачи с последней успешной записи, что сказывается на календарном времени счета задачи.

В данной работе авторами решается задача своевременного, автоматического снятия «лагранжевого» признака у множества точек ЛЛ, которые могут образовывать потенциально опасные области вычислительной сетки, приводящие к аварийной остановке процесса счета. Решение этой задачи сводится к решению задачи классификации данных – сегмент ЛЛ либо не повлияет на качество сетки, либо на следующих временных шагах сегмент ЛЛ приведет к образованию переклестов или перекрытий счетных ячеек.

Средства машинного обучения позволяют решать задачу классификации данных, оперируя информацией о классифицируемом объекте и набором весовых синаптических коэффициентов связей между нейронами. В данной работе представлено описание алгоритма функционирования искусственной нейронной сети (ИНС) на основе математической модели перцепторна Розенблатта [2]. Приводятся основные этапы алгоритма обучения

искусственной нейронной сети – метод обратного распространения ошибки. Представлен шаблон-набор входных данных для обучения и получения прогноза нейронной сети, который характеризует основные геометрические величины, влияющие на деформацию «лагранжевых линий». Приведены результаты апробации реализованных алгоритмов на тесте распознавания визуальных образов и двух тестах с сильными деформациями «лагранжевых линий». Результаты показывают хорошую согласованность вычислительных сеток для расчета скорректированных ручным вмешательством и с использованием ИНС.

### ***Список литературы***

1. Софронов И.Д., Афанасова Е.А., Винокуров О.А. и др. Комплекс программ МИМОЗА для решения многомерных задач механики сплошной среды на ЭВМ «Эльбрус» // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Математическое моделирование физических процессов, 1990 г., В.2, с. 3-9.
2. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. МИР, 1992.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ГЕШТАЛЬТПСИХОЛОГИИ В ГРАФИЧЕСКОМ ДИЗАЙНЕ**

**Галкина Д. А., Романова М. Д.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Гештальтпсихология – это особое направление в психологической теории, которое было создано в Германии в 20-х годах прошлого века. Основным понятием гештальтпсихологии является гештальт – форма или образ, сформированные из частиц в единую целую структуру [1]. Очевидно, что визуальный дизайн и психология тесно связаны и оказывают влияние друг на друга. Для того чтобы достичь целостного восприятия и упорядоченности структуры образа необходимо прибегнуть к основным принципам гештальта [2]:

- **Близость** – элементы, расположенные близко друг к другу, воспринимаются как более связанные, чем те, которые расположены дальше друг от друга. Таким образом, различные элементы могут рассматриваться как группа, а не по отдельности.
- **Сходство** – элементы, имеющие сходные визуальные характеристики, воспринимаются как более связанные, чем те, которые не имеют сходных характеристик. Это помогает классифицировать объекты в пределах группы и связывать их между собой по значению или функции.
- **Смежность** – элементы, расположенные в линию или на гладкой кривой, воспринимаются как более связанные (сгруппированные), чем упорядоченные случайным образом.
- **Замкнутость** – группа элементов часто воспринимается как одна узнаваемая форма или фигура. При взгляде на сложно расположенные элементы возникает естественное стремление увидеть в них простую узнаваемую форму. Завершение фигуры, когда объект является неполным или

его части не окончены, также выполняется подсознательно на уровне восприятия.

- **Целостность** – симметричные элементы, как правило, воспринимаются как принадлежащие друг другу, независимо от расстояния между ними, привнося ощущение целостности и порядка и позволяя сосредоточиться на том, что действительно важно.

- **Общая область** – всё, что находится в одной области, рассматривается как единое целое, общая область усиливает иерархию и повышает сканируемость (функциональное восприятие) дизайна.

Дизайн графического интерфейса должен быть не только красочным, многоэлементным и многоуровневым. Наиболее важными являются коммуникация в сочетании с оптимальной навигацией, эффективность и удобство для конечного пользователя. Основопологающие принципы гештальта являются всегда актуальными, помогая разработчику интерфейса достичь указанные цели, создавая при этом благоприятные условия для пользователя и, тем самым, обеспечивая больший успех программного продукта и бизнеса в целом. В докладе демонстрируется применение принципов гештальтпсихологии в процессе проектирования web-дизайна в среде Figma [3] - кросс-платформенном онлайн-сервисе для дизайнеров интерфейсов и web-разработчиков .

#### **Список литературы**

1. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Гештальтпсихология>
2. Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://https/habr.com/company/blog/>
3. Vanessa Carey, Caplin Systems, The Psychology of UX [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.caplin.com>

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ В ОТКРЫТОЙ ВОДЕ В ПАКЕТЕ ПРОГРАММ «ЛОГОС»**

**Герасимов А.В., Глазунова Е.В., Коротков А.В.**

*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров*

Определение гидродинамических свойств движителей в судостроении является одной из главных задач на стадии проектирования подводных аппаратов.

Объектом исследований в данной работе являются два гребных винта: VP 1304 и КР 505 (рисунок 1). Предметом исследований являются их гидродинамические характеристики, определяемые в условии работы гребного винта при постоянной частоте вращения  $n$  (об/с) и равномерном набегании вязкой несжимаемой жидкости с различной скоростью  $w$  (м/с). Работа характеризуется зависимостью безразмерных коэффициентов упора  $K_T$ , момента  $K_Q$  и КПД винта  $\eta_0$  относительно безразмерной поступи  $J$  [1, 2].

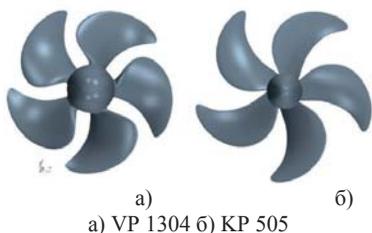


Рисунок 1 – Модели гребных винтов

Целью работы является определение эффективности применения различных подходов к моделированию работы гребных винтов в пакете программ ЛОГОС [3]. Для достижения данной цели проведена серия расчетов для моделирования вращения винтов в вязкой несжимаемой жидкости с применением двух подходов: Вращение региона (Moving Reference Frame), Сетки с перекрытием типа Химера (Overset Mesh)

В ходе численного исследования и перекрестного анализа полученных данных с экспериментальными значениями, сделаны выводы: каждый из подходов является достаточно точным для определения интегральных гидродинамических характеристик винтов, но в разной степени ресурсозатратным. Метод Вращение региона менее требователен к вычислительным мощностям, но выполняется только в стационарной постановке, что не позволяет оценить пульсационные характеристики среды.

#### **Список литературы**

1. Артюшков Л.С., Судовые движители: Учебник / Артюшков Л.С., Ачкинадзе А.Ш., Русецкий А.А. – Л.: Судостроение, 1988. ISBN 5–7355–0031–7. – С. 296.
2. Басин А.М., Миниович И.Я. Теория и расчет гребных винтов. Л., Судпромгиз, 1963.
3. Козелков А.С., Дерюгин Ю.Н., Зеленский Д.К., Полищук С.Н, Лашкин С.В., Жучков Р.Н., Глазунов В.А., Яцевич С.В., Курулин В.В. Многофункциональный пакет программ Логос: Физико-математические модели расчета задач аэро-, гидродинамики и теплопереноса. Препринт № 111. ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2013

### **АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ В ДВУХФАЗНОЙ ОБЛАСТИ ЖИДКОСТЬ-ПАР**

**Данилов А.С., Куделькин В.Г., Гордеев Д.Г., Жильникова Н.Н.**  
*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров*

Для решения многих прикладных задач, связанных с моделированием движения сжимаемых сред, необходимы уравнения состояния, описывающие поведение этих сред, как в однофазных областях фазовой диаграммы, так и при фазовых переходах, в областях, где вещество находится в виде смеси фаз.

В докладе рассмотрены:

– особенности изменения термодинамических функций (ТДФ) при фазовом переходе жидкость-пар с учетом и без учета вклада равновесного излучения;

– алгоритмы расчета ТДФ при равновесном фазовом переходе жидкость-пар, реализованные в виде отдельного программного модуля, позволяющего совместно с широкодиапазонными полуэмпирическими уравнениями состояния (УРС) рассчитывать ТДФ на границе и внутри фазового перехода для входных переменных плотность-температура, плотность-энергия и плотность-давление.

Для совместной работы с двухфазным модулем уравнение состояния должно удовлетворять ряду требований:

– уравнение состояния должно быть термодинамически согласованным [1];

– должно позволять рассчитывать зависимости от плотности и температуры давления  $P(\rho, T)$ , удельной внутренней энергии  $E(\rho, T)$ , их производных по плотности и температуре и энтропии  $S(\rho, T)$ ;

– рассчитанные по УРС изотермы при плотности меньше нормальной и температурах ниже критической должны иметь участки в виде петель Ван-дер-Ваальса.

Программный модуль включает в себя алгоритмы расчета [2] и аппроксимации ТДФ на границе фазового перехода и расчета ТДФ внутри двухфазной области. Аппроксимации ТДФ используются для оценки попадания в двухфазную область жидкость-пар на стадии расчета ТДФ по уравнению состояния. По результатам оценки производится итерационное уточнение значений ТДФ на границе относительно аппроксимаций. Если по результатам уточнения установлено попадание в двухфазную область, то расчет ТДФ внутри неё производится с использованием значений ТДФ на границе, соответствующих входным параметрам УРС.

### ***Список литературы***

1. Базаров И.П. Термодинамика. – М.: Высшая школа, 1991.
2. Филиппов Л.И. Методы расчета и прогнозирования свойств веществ. – М.: Издательство московского университета, 1998.

## **ВЕРИФИКАЦИЯ И ВАЛИДАЦИЯ ПАКЕТА ПРОГРАММ ЛОГОС ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МОДЕЛИРОВАНИЮ ТЕПЛОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОБОРУДОВАНИИ РУ ВВЭР**

**Данилов Е.А., Денисова О.В., Деулин А.А., Шестак О.О., Соловьев С.С.**  
*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров*

Атомная энергетика – одна из областей человеческой деятельности, в которой выработка конструкторских и технологических решений, а также прогноз их последствий (обоснование безопасности) возможны лишь средствами математического моделирования. В настоящее время все более популярным становится применение CFD-кодов для анализа течений теплоносителя в оборудовании реакторных установок (РУ).

В российской атомной отрасли все коды, которые планируется применять для обоснования безопасности, должны пройти процедуру аттестации в Ростехнадзоре, которая, по существу, представляет собой экспертную оценку выполненных процедур верификации и валидации. В настоящее время активно ведутся работы по поэтапной аттестации пакета программ «Логос» [1] разработки ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» для различных типов РУ.

Цель данной работы – верификация и валидация пакета программ «Логос» применительно к моделированию теплогидродинамических процессов в оборудовании РУ ВВЭР для подачи пакета программ «Логос» на аттестацию.

В ходе работы:

– на основе анализа и классификации основных характерных процессов и явлений в элементах РУ ВВЭР с водяным однофазным теплоносителем сформирована структура матрицы верификации и валидации;

– проведено наполнение матрицы представительными тестовыми задачами, которые базируются на аналитических решениях, данных прямого численного моделирования, обобщающих эмпирических зависимостях, а также на результатах экспериментов и натурных измерений, включая международные бенчмарки (всего рассмотрено 27 задач – от течений в простых геометрических объектах до масштабных экспериментов по исследованию перемешивания в модели реактора);

– по пакету программ «Логос» проведены расчеты тестовых задач, по результатам которых определены отклонения целевых параметров (давления, скорости, температуры, параметров теплообмена) и подготовлены обосновывающие материалы для подачи пакета программ «Логос» на аттестацию.

В докладе представлены подходы к формированию матрицы верификации и валидации и перечень включенных в нее тестовых задач, приведены отклонения целевых параметров, полученные по итогам верификации и валидации пакета программ «Логос», а также примеры наиболее интересных расчетов.

### ***Список литературы***

1. Козелков А.С., Дерюгин Ю.Н., Зеленский Д.К., Полищук С.Н, Лашкин С.В., Жучков Р.Н., Глазунов В.А., Яцевич С.В., Курулин В.В. Многофункциональный пакет программ Логос: Физико-математические модели расчета задач аэро-, гидродинамики и теплопереноса. Препринт № 111. ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2013

## **АЛГОРИТМЫ ПОСТОБРАБОТКИ В ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ SCIENTIFICVIEW**

**Жирнов В.В., Ломтев В.В., Кондратьев Д.С., Нестеров Е.В., Кузьмин В.В.,  
Воробьев О.Ю.**

*ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ» г.Саров*

В рамках проекта «Развитие суперкомпьютеров и грид-технологий» в ИТМФ «РФЯЦ-ВНИИЭФ» был разработан пакет программ «ЛОГОС», предназначенный для 3D имитационного моделирования задач из области

автомобиле-, судо- и авиастроения, атомной энергетики, космоса. Кроме собственно программ для моделирования таких процессов, как аэрогидромеханика, тепломассообмен, прочность и других, в пакет вошли программы, обеспечивающие препостпроцессинг расчетных данных. В качестве основной программы для параллельной постобработки и визуализации данных была разработана и развивается в настоящий момент система ScientificView [1], [2]. Система ScientificView предназначена для фильтрации, отображения, числового анализа результатов моделирования физических процессов на сетках регулярного и нерегулярного типа, а также для обработки данных, полученных бессеточными методами моделирования (частицы, молекулы).

Исходя из анализа специализированного программного обеспечения и потребностей пользователей, за последнее время были реализованы такие средства обработки данных как:

- масштабирование и анимация деформаций;
- задание траектории облета камеры при создании видеоматериалов;
- построение алгоритма фильтрации «Линии тока» с возможностью расстановки стартовых точек на заданном сплайне;
- построение профиля величин по выбранному набору состояний и новая подсистема отображения графиков;
- объемный рендеринг;
- макроязык;
- преобразование тензорных и векторных величин в сферическую/цилиндрическую/прямоугольную систему координат;
- механизм маркировки сеточных элементов;
- использование индивидуальных палитр для элементов сцены;
- экспорт облегченных 3D сцен.

### ***Список литературы***

1. Потехин А.Л., Никитин В.А., Логинов И.В., Кузнецов М.Г., Лопаткин А.И., Жирнов В.В., Черенков П.В., Ломтев А.В., Козачек Ю.В., Ломтев В.В. Пакет программ ЛОГОС. Новые возможности графической постобработки результатов моделирования инженерных задач в параллельной системе постобработки ScientificView. Сб. трудов конференции «Супервычисления и математическое моделирование». Саров, 2012. С. 481–487.
2. Потехин А.Л., Логинов И.В., Никитин В.А., Кузнецов М.Г., Лопаткин А.И., Жирнов В.В., Черенков П.В., Ломтев А.В. Пакет программ ЛОГОС. Методы графической обработки результатов моделирования инженерных задач // Тезисы «Забахинские научные чтения». Снежинск: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2012.

## **АДАПТАЦИЯ АЛГОРИТМОВ РАСЧЕТА ИДЕАЛЬНОЙ ДЕТОНАЦИИ В МЕТОДИКЕ ЛЭГАК ДЛЯ АРИФМЕТИЧЕСКИХ УСКОРИТЕЛЕЙ NVIDIA**

**Иванова К.В., Краухин С.А.**  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров

Методика ЛЭГАК [1] является явной лагранжево-эйлеровой методикой и используется для расчета задач газодинамики, теплопроводности и детонации взрывчатых веществ на структурированных сетках. Одним из видов алгоритмов расчета детонации взрывчатых веществ в методике ЛЭГАК являются алгоритмы идеальной детонации. Под «идеальной» детонацией понимается стационарная детонационная волна, распространяющаяся с постоянной скоростью и давлением.

В работе описана реализация алгоритмов расчета идеальной детонации на языке программирования C с использованием технологии CUDA для графических ускорителей NVidia. Для реализации выбраны следующие алгоритмы:

- алгоритмы инициирования детонации;
- геометрический и приближенный пошаговый алгоритмы расчета времен детонации;
- алгоритм итерационной коррекции времен детонации [2];
- алгоритм преобразования взрывчатого вещества в продукты взрыва.

В работе приведено сравнение результатов тестовых расчетов с реализацией данных алгоритмов для универсальных процессоров. Проведена оценка ускорения от использования ускорителей и сделаны выводы относительно факторов, существенно влияющих на производительность алгоритмов.

#### ***Список литературы***

1. Бахрах С.М., Величко С.В., Спиридонов В.Ф., Авдеев П.А., Артамонов М.В., Бакулина Е.А., Безрукова И.Ю., Борляев В.В., Володина Н.А., Наумов А.О., Огнева Н.Э., Резвова Т.В., Резяпов А.А., Стародубов С.В., Тарадай И.Ю., Тихонова А.П., Циберев К.В., Шанин А.А., Ширшова М.О., Шувалова Е.В. Методика ЛЭГАК-3D расчета трехмерных нестационарных течений многокомпонентной сплошной среды и принципы ее реализации на многопроцессорных ЭВМ с распределенной памятью // ВАНТ. Сер. Математическое моделирование физических процессов. 2004. Вып. 4. С. 41-50.
2. Володина Н.А., Краухин С.А. Алгоритм итерационной коррекции времен детонации за счет учета направления движения детонационной волны в методике ЛЭГАК // ВАНТ. Сер. Математическое моделирование физических процессов. 2019. Вып. 3. С. 35-47.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РАСЧЁТА ГРАДИЕНТОВ МЕТОДОМ ГРИНА-ГАУССА В КОНЕЧНО-ОБЪЕМНЫХ МЕТОДАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ**

**Кондрахин Н. П., Вишняков А.Ю.**

*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров*

Опыт решения практических задач по исследованию теплового состояния реальных объектов показал, что для задач со сложной геометрией строятся произвольные неструктурированные сетки, в которых, зачастую, присутствуют существенно неортогональные и скошенные ячейки [1]. При использовании метода конечных объемов для решения задачи теплопроводности на сетках с неортогональными и скошенными ячейками точность расчёта градиента

температуры существенным образом сказывается на точности получаемого решения. Корректный расчёт градиента функции является одним из важнейших вопросов точности и надежности методов вычислительной теплопередачи.

Данная работа включает в себя исследование существующих методов расчёта градиентов в контрольном объеме, а также реализацию и анализ влияния различных способов реконструкции функции в центрах граней контрольных объемов на точность расчёта градиентов методом Грина-Гаусса при моделировании теплопроводности в модуле Логос Тепло [2].

Выполнен сравнительный анализ точности расчётов при использовании различных способов реконструкции функции на гранях. Сделаны выводы о преимуществе и недостатках реализованных методов реконструкции при применении на различных видах неструктурированных сеток.

### ***Список литературы***

1. C.B. Sejkan, Improving Finite-Volume Diffusive Fluxes Through Better Reconstruction/ В.Tech., Mechanical Engineering, National Institute of Technology Karnataka, India, 2013
2. Дерюгин Ю.Н., Зеленский Д.К., Глазунов В.А. и др. Многофункциональный пакет программ ЛОГОС: физико-математические модели расчёта задач аэро-, гидродинамики и теплопереноса: Препринт. РФЯЦ-ВНИИЭФ. – 111-2013. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2013.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ МЕТОДИКИ «ПИ»**

**Малкаров А.А.<sup>1</sup>, Романова М.Д.<sup>1</sup>, Фролова Н.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Саровский физико-технический институт НИЯУ МИФИ, г. Саров,*

<sup>2</sup>*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров*

«ПИ», разработанная в 2014 году коллективом сотрудников ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», предназначена для математического моделирования прохождения пучка протонов через 2D и 3D-объекты и магнитную оптику с целью расчетного моделирования протонных изображений объектов на высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных комплексах с использованием программных средств разработки параллельных приложений на общей и распределенной памяти [1]. Математическую основу методики составляют два независимых расчетных модуля, выполняющих моделирование на основе методов лучевых сумм и Монте-Карло. Последнюю зарегистрированную версию программной реализации «ПИ» дополнила подсистема автоматизированной подготовки и запуска задач – АПИ. Необходимость такой подсистемы обусловлена требованиями создания вычислительной среды для выполнения пакета заданий – специализированной файловой системы окружения для каждого расчета. Подготовка заданий в традиционном (ручном) режиме является затратной по времени и не исключает ошибок.

Подсистема АПИ обеспечивает автоматизированное задание параметров расчета, их просмотр, редактирование и проверку, а также запуск на

выполнение подготовленных расчетов протонных изображений с использованием возможности удаленного доступа к вычислительным ресурсам многопроцессорного комплекса, предоставляя пользователю удобный веб-интерфейс. В настоящий момент многопроцессорные вычислительные комплексы переведены под управление автоматизированной системы в защищенном исполнении (АСЗИ), что привело к невозможности использования ряда сервисов АПИ. Основная причина этого заключается в жестком разграничении прав доступа, регламентируемых положением работы в среде АСЗИ, что исключает дальнейшее использование в реализации АПИ штатных средств веб-сервера Apache. В связи с этим было принято решение модернизировать подсистему АПИ [2], а именно: реализовать клиент-серверное приложения на платформе PyQt с сохранением автономного функционала автоматической генерации файла параметров и управления запуском расчета. Выбор PyQt в качестве программного средства реализации интерактивного интерфейса обусловлен наличием эффективной поддержки в Python протокола SSH. SSH - Secure SHell - сетевой протокол, который позволяет производить соединение и рабочий сеанс с удаленной вычислительной системой по защищенному зашифрованному каналу, включая передачу файлов в каталог авторизованного пользователя. SSH-клиентом для Windows является PuTTY – штатное в АСЗИ средство обеспечения авторизации пользователя и соединения его с удаленной Linux-системой. Каждый из этих инструментов является кроссплатформенным и пользуется заслуженной популярностью у разработчиков ПО.

### ***Список литературы***

1. К. Л. Михайлюков, И. В. Храмов, А. В. Скобеев, С. В. Потапов, Н. В. Фролова, М. Д. Романова. Методика "ПИ" моделирования протонных изображений. Вопросы атомной науки и техники. Сер. Математическое моделирование физических процессов. 2018. Вып.3. С. 32-43.
2. Разработка и усовершенствование программных методов расчетного моделирования протонных изображений для решения задач протонной радиографии (Договор на выполнение НИР от 8 апреля 2020Г.№96-2020/93, задача 11), отчет-аннотация СарФТИ НИЯУ МИФИ, авторы: К. Л. Михайлюков, М.Д. Романова, Н.В. Фролова, В.В. Ивашкин; инв. № 01/6733 нс, 2020 – 15с.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СВЯЗЕЙ ДЛЯ УЧЕТА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ СВЯЗАННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНИЗМА КОМАНД CCF МОДУЛЬНОЙ ИНТЕГРАЦИОННОЙ ПЛАТФОРМЫ «ЛОГОС ПЛАТФОРМА»**

**Нестеров Л.Н., Денисова О.В.**  
*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров*

Для полномасштабного моделирования сложных инженерных систем (например, реакторных установок) необходим учет многообразных физических процессов различной природы и разномасштабных явлений и эффектов.

Перспективным подходом при этом является применение мультифизического моделирования на базе интеграции CFD кода (для использования в отдельных областях с существенными трехмерными эффектами) и системных кодов различного назначения.

В рамках работ по внедрению пакета программ «Логос» [1] в атомную энергетику и судостроительную отрасль ведутся работы по разработке технологий и программных средств мультифизического моделирования с использованием модульной интеграционной платформы «Логос Платформа» [2], включая связанное 3D-1D моделирование теплогидродинамики.

Ключевым подходом при организации связанного расчета теплогидродинамических процессов является обмен параметрами граничных условий с использованием программных интерфейсов, реализованных в рамках «Логос Платформы». При проведении связанного моделирования возникает необходимость учета дополнительных физических процессов, параметры которых не имеют отношения к граничным интерфейсам, но также должны передаваться из одного кода в другой в ходе проведения расчета. Для передачи подобных параметров разработана программная связь на основе механизма передачи команд библиотеки CCF «Логос Платформы».

В докладе представлено описание разработанных программных связей для передачи из пакета программ Логос во внешний код параметров для расчета ионизации и для получения из внешнего кода в Логос параметров изменения пространственной ориентации в интересах моделирования транспортной реакторной установки. Приведено описание связей и их особенностей; кратко описан используемый механизм команд CCF; приведена реализация разработанных программных связей. Представлены результаты тестирования программных связей при расчете модельной задачи.

#### ***Список литературы***

1. Козелков А.С., Дерюгин Ю.Н., Зеленский Д.К., Полищук С.Н, Лашкин С.В., Жучков Р.Н., Глазунов В.А., Яцевич С.В., Курулин В.В. Многофункциональный пакет программ Логос: Физико-математические модели расчета задач аэро-, гидродинамики и теплопереноса. Препринт № 111. ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2013
2. Дьяков А.В., Надуев А. Г., Черевань А. Д., Кожаев Д.А. Модуль транспортного уровня ЛОГОС МИП для расчета связанных задач // Труды XVII научно-технической конференции «Молодежь в науке», г. Саров, 30 октября – 1 ноября 2018 г.

### **МЕТОД ПРУЖИННОЙ АНАЛОГИИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С УЧЁТОМ ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ В ПРОДУКТЕ ЛОГОС ТЕПЛО**

**Серяков Ю.Д., Глазунов В.А.**  
*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров*

В работе представлен метод пружинной аналогии (упругого сглаживания), реализованный в продукте Логос Тепло[1] для моделирования теплопроводности с учётом деформация/формоизменение сеточной модели. В

методе упругого сглаживания ребра между любыми двумя узлами сетки представляются как сеть взаимосвязанных пружин. В первоначальный момент сетка находится в равновесном состоянии. Расстояния от ребер до любой подвижной границы определены. Изменение положения в определенном граничном узле генерирует силы, пропорциональные смещению по всем связям (пружинам) узла с другими элементами. Рассмотрена реализация метода в виде итерационного процесса, его адаптация и приведение к виду СЛАУ для решения которой используется комплекс библиотек параллельных решателей LParSol[2].

На примере решения задач теплопроводности приводится сравнение времени выполнения, численных данных с использованием метода пружинной аналогии в итерационном и матричном виде.

### **Список литературы**

1. Дерюгин Ю.Н., Зеленский Д.К., Глазунов В.А. и др. Многофункциональный пакет программ ЛОГОС: физико-математические модели расчёта задач аэро-, гидродинамики и теплопереноса: Препринт. РФЯЦ-ВНИИЭФ. – 111-2013. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2013.
2. Алейников А.Ю., Барабанов Р.А., Карпов А.П. и др. Параллельные решатели СЛАУ в пакетах программ РФЯЦ-ВНИИЭФ // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. Пермь: ПНИПУ. 2016. Вып. 47. С. 73-92.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ПОСАДКИ И УСИЛИЯ ЗАПРЕССОВКИ ВАЛА ВО ВТУЛКУ**

**Скворцов А.А.<sup>1</sup>, Романова М.Д.<sup>1</sup>, Стаканов Я.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Саровский физико-технический институт НИЯУ МИФИ, г. Саров,*

<sup>2</sup>*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров*

В машиностроении широко используются соединения деталей с натягом. Они предназначены для передачи крутящих моментов и осевых сил, а иногда для создания предварительного напряженного состояния у сопрягаемых деталей. Посадки с натягом обеспечивают высокую нагрузочную способность сопряжения, которая резко возрастает с увеличением диаметра сопряжения. Они часто используются для сопряжения зубчатых и червячных колес с валами, установки втулок и колец в корпуса. Посадка с натягом - это соединение размерных элементов двух деталей (отверстия и вала), в котором действительные размеры любого из отверстий меньше действительных размеров любого вала до их сборки. Посадки с натягом предназначены для получения неподвижных неразъемных соединений и нашли широкое применение в машиностроении. Это объясняется простотой конструкций соединения. Одним из важных факторов, определяющих надежность соединений с натягом, является грамотный и технически обоснованный выбор характеристик посадок [1-2].

Относительная неподвижность деталей обеспечивается силами трения, возникающими на контактирующих поверхностях вследствие их деформации, создаваемой натягом при сборке соединения. На прочность соединения с натягом

оказывают влияние различные факторы, среди которых можно выделить следующие [3]:

- размеры геометрических параметров деталей и соединения: диаметр, длина соединения, точность геометрической формы деталей и параметры шероховатости, величина натяга;
- физико-механические свойства материалов соединяемых деталей (модуль упругости, предел текучести, коэффициент Пуассона, релаксация напряжений, коэффициент линейного расширения материала детали);
- условия нагружения (величина передаваемых усилий, моментов, скорость вращения и масса вращающихся деталей);
- технология сборки соединения (условия запрессовки, усилие запрессовки, скорость запрессовки, форма фасок соединяемых деталей).

Актуальность разработки программного обеспечения расчета параметров посадки и усилия запрессовки вала во втулку обусловлена требованиями, предъявляемыми к функциональным возможностям системы обеспечения инженерных расчетов, в состав которой входит модуль аналитических расчетов стандартных элементов и типовых соединений.

Задача наполнения программного модуля инженерного анализа необходимым функционалом выполняется в рамках реализации проекта ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» СУПЖЦ «Цифровое предприятие».

#### ***Список литературы***

1. Анухин, В.И. Допуски и посадки: учеб. пособие / В.И. Анухин. – 5-е изд. – СПб: Питер, 2012. – 256с.
2. Палей, М.А. Допуски и посадки: справочник. 2 ч. / М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – 8-е изд., перераб. и доп. – СПб: Политехника, 2001. – 576 с.
3. И. А. Биргер, Б. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич. - Расчет на прочность деталей машин. СПРАВОЧНИК – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1993. – 640 с.

## **ОСОБЕННОСТИ WEB-РАЗРАБОТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФРЕЙМВОРКОВ FLASK И DJANGO**

**Богатырев В.О., Заньков Е.С., Коротков М.С., Майоров А.А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В наши дни заметен большой сдвиг в сторону разработки web-приложений – пользователи могут работать с программами через любой браузер. Если вы хотите создать web-приложение, и решились сделать это в Python, определенно понадобится так называемый web-фреймворк. Создание взаимодействий внутри сервера, пользовательского интерфейса и навигацией пользователя в приложении через браузер состоит из повторяемых частей, без которых не обойтись. Web-фреймворк нацелен на реализацию всех функциональных возможностей, общих для большей части веб-приложений, таких как сопоставление URL-адресов частям кода Python.

Именно от того, что представляет собой тот или иной фреймворк зависит то, что остается разработчику для создания приложения. На языке python написано

множество различных фреймворков, например, такие как Django, Pyramid, TurboGears, Flask, Tornado и другие.

Наиболее востребованными являются фреймворки Flask и Django. На них написано множество популярных сайтов и приложений, например, Instagram и reddit, поэтому рассмотрим их подробнее. Основная разница между Flask и Django это:

- Flask реализуется с минимальными надстройками, которые всецело предоставлены аддонам или разработчику;
- Django следует философии «все включено», и дает вам большой ассортимент для работы.

Оба фреймворка довольно популярны: Django занимает 34 КБ на Github, а Flask имеет небольшое преимущество на 36 КБ. Если вы посмотрите на тенденции Google, оба инструмента следуют довольно схожей тенденции (Рис. 1)

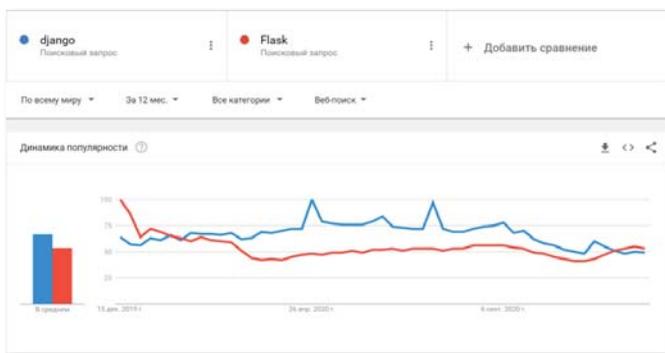


Рисунок 3 Сравнение Django и Flask в Google Trends

Flask и Django продолжают активно развиваться и крайне сложно сделать выбор между ними без чёткого понимания их особенностей.

### ***Список литературы***

1. Новиков В.В. Прогрессивные веб-приложения // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 256-257.
2. Васильев П.А. Web-программирование на языке python. Фреймворки django, flask // Наука, техника и образование. Институт математики и информатики Северо-Восточный федеральный университет. 2016. – С. 38-39.
3. Документация Django. Сайт «[djangoproject.com](https://docs.djangoproject.com/en/3.1/)». - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.djangoproject.com/en/3.1/>

## **ВЕРИФИКАЦИЯ ПАКЕТА ПРОГРАММ «ЛОГОС» ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАДАЧ СУДОСТРОЕНИЯ**

**Хорева А.С., Глазунова Е.В.**  
*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров*

Одним из важных направлений работ по внедрению пакета программ Логос [1] в судостроительную отрасль является его верификация для моделирования специфичных для отрасли физических процессов.

Моделирование особенностей гидродинамических явлений, характерных для судостроения, является одним из наиболее сложных классов задач вычислительной гидродинамики. Такими задачами являются расчет гидродинамических характеристик корпуса и судовых движителей, характеристик движителей, в том числе при их взаимодействии с корпусом судна, влияние подруливающих устройств, учет волнения и др. Стоит заметить, что экспериментальные исследования данных процессов сопряжены со значительными трудностями. Поэтому оценка степени достоверности численных методов, моделирующих такие течения, является актуальной задачей.

Для верификации гидродинамического модуля пакета программ Логос в докладе рассмотрены характерные для тематики судостроения задачи из открытых источников, имеющие экспериментальные данные для сравнения [2]-[5]:

- буксировка подводных объектов и оценка гидродинамических характеристик выступающих за их корпус частей;
- оценка характеристик судовых движителей;
- оценка влияния подруливающих устройств;
- выход отделяемых объектов и др.

В докладе представлены результаты решения верификационных задач с использованием гидродинамического модуля пакета программ Логос, приведено сравнение с экспериментальными данными с указанием источников.

### ***Список литературы***

1. Козелков А.С., Дерюгин Ю.Н., Зеленский Д.К., Полищук С.Н, Лашкин С.В., Жучков Р.Н., Глазунов В.А., Яцевич С.В., Курулин В.В. Многофункциональный пакет программ Логос: Физико-математические модели расчета задач аэро-, гидродинамики и теплопереноса. Препринт № 111. ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2013
2. [Электронный ресурс]: [веб-сайт]. – URL: [https://www.nmri.go.jp/institutes/fluid\\_performance\\_evaluation/cfd\\_rd/cfdws05/](https://www.nmri.go.jp/institutes/fluid_performance_evaluation/cfd_rd/cfdws05/)
3. [Электронный ресурс]: [веб-сайт]. – URL: <http://www.nmri.go.jp/cfd/cfdws05/gothenburg2000/5415/combatant/html>
4. [Электронный ресурс]: [веб-сайт]. – URL: <http://www.sva-otsdam.de/en/propulsion/>
5. A Workshop on CFD in Ship Hydrodynamics, 2010

**УСКОРЕНИЕ ПРОЦЕССА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ  
ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ МНОГОСЛОЙНО-  
ПЕРСЕПТРОННОГО ТИПА  
Щербakov А.Н., Бабанов А.В.  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров**

Работа посвящена вопросам технологии машинного обучения искусственных нейронных сетей (ИНС) [1]. В лагранжево-эйлеровой методике МИМОЗА [2] реализована ИНС на основе математической модели многослойного персептрона Розенблатта [3]. В счетной программе, реализующей базовые алгоритмы перестроения пространственной сетки методики МИМОЗА, ИНС используется для оценки качества пространственной сетки в процессе счета.

Для обучения ИНС используется алгоритм обратного распространения ошибки (ОРО) [1], который является методом обновления весовых коэффициентов и позволяет обучать многослойные ИНС любой топологии. В процедуре обучения ИНС по алгоритму ОРО циклически решаются однокритериальные задачи оптимизации. Недостатком оригинального алгоритма ОРО является длительный процесс обучения, связанный с необходимостью решения ряда проблем: «паралич сети», локальные минимумы, выбор скорости обучения.

Для устранения недостатков оригинального алгоритма ОРО и повышения эффективности процесса обучения ИНС, разработана модификация алгоритма обучения ИНС многослойно-персептронного типа – многосетевой метод ОРО (МОРО) и выполнена его программная реализация с использованием средств программного интерфейса MPI. В алгоритме МОРО, для решения одной и той же задачи обучения, генерируется множество ИНС с уникальным полем синаптических весов и коэффициентов скорости обучения. В процессе обучения выполняется синхронизация весовых коэффициентов в зависимости от значения функции ошибки каждой ИНС.

В докладе представлен псевдокод алгоритма МОРО. Приводятся результаты обучения ИНС по оригинальному и многосетевому алгоритмам ОРО на данных общепризнанного теста распознавания визуальных образов библиотеки MNIST [4] и данных модельной задачи методики МИМОЗА. Алгоритм МОРО позволил избежать проблемы закливания методов типа ОРО в локальных минимумах и проблемы многократного эмпирического подбора коэффициента скорости обучения. Применение алгоритма МОРО значительно сократило время обучения ИНС и повысило устойчивость процесса поиска оптимального поля весовых коэффициентов.

### ***Список литературы***

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. Вильямс, 2006;
2. Софронов И.Д., Афанасьева Е.А., Винокуров О.А., Воропинов А.И., Змушко В.В., Плетенев Ф.А., Рыбаченко П.В., Сараев В.А., Соколова Н.В., Шамраев Б.Н. Комплекс программ МИМОЗА для решения многомерных задач механики сплошной среды на ЭВМ Эльбрус-2 // ВАНТ. Серия: Математическое моделирование физических процессов. – 1990 г. – Выпуск №2. – с.3-9;
3. Розенблатт, Ф. Принципы нейродинамики: Персептроны и теория механизмов мозга = Principles of Neurodynamic: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms. –М.:Мир, 1965;
4. [Электронный ресурс] – THE MNIST DATABASE of handwritten digits, URL: <http://yann.lecun.com/exdb/mnist>.

## РЕАЛИЗАЦИЯ МАНДАТНОГО РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА СУБД POSTGRESQL ДЛЯ ЗАЩИЩЕННОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «АРАМИД»

Симаков В.Ю., Липов Д.И., Пищулин И.А.  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров

Дистрибутив ЗОС «Араמיד», ориентирован на создание АСЗИ для проведения параллельных высокопроизводительных вычислений на супер-ЭВМ, в которых обрабатывается информация ограниченного распространения, в том числе содержащая сведения, составляющие государственную тайну со степенью секретности до «совершенно секретно» включительно [1].

Одним из важных компонентов данной ОС является СУБД, которая предназначена для накопления, обработки и хранения, как пользовательской информации, так и информации возникающей в процессе эксплуатации вычислительных комплексов. При этом в соответствии с требованиями ФСТЭК России, к защищенным операционным системам, пользовательские данные необходимо хранить и обрабатывать с учетом степени секретности данной информации [2]. Таким образом, в рамках работ по созданию ЗОС «Араמיד», реализация СУБД с поддержкой системы мандатного разграничения доступа [3] является стратегически важной задачей. Для этого в ЗОС «Араמיד» была интегрирована СУБД PostgreSQL, в рамках которой была реализована поддержка системы мандатного разграничения доступа.

PostgreSQL – активно развивающаяся реляционная СУБД с открытым исходным кодом и поддержкой современных возможностей стандарта SQL [4]. Реализованные средства защиты информации используют механизмы назначения, хранения, и модификации мандатных меток пользователей, предоставляемые операционной системой. Субъектом доступа является пользовательская сессия. Защищаемыми объектами являются строки, столбцы, таблицы, представления, функции, схемы и базы данных.

СУБД PostgreSQL с поддержкой системы мандатного разграничения доступа ЗОС «Араמיד» позволяет организовать хранение и обработку различной информации со степенью секретности до «совершенно секретно» включительно.

В докладе будут представлены функциональные возможности разработанной системы, мандатная модель разграничения доступа ЗОС «Араמיד» и иерархия маркируемых объектов СУБД.

### *Список литературы*

1. Петрик А.Н. Защищенная операционная система «Араמיד» для супер-ЭВМ. Сборник тезисов докладов Национального суперкомпьютерного форума (НСКФ-2019), 2019;
2. Требования безопасности информации к операционным системам. ФСТЭК России, 2016;
3. Цирлов В.Л. Основы информационной безопасности автоматизированных систем. Феникс, 2008;
4. [Электронный ресурс] – Документация к PostgreSQL 11, URL: <https://postgrespro.ru/media/docs/postgresql/11/ru/postgres-A4.pdf>.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

**Новиков О.В., Петрик А.Н., Бармин А.М., Симаков В.Ю., Юлин Ю.А.,  
Игонькин М.Н.**

*ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г.Саров*

Математическое моделирование, основанное на применении многопроцессорных вычислительных систем (далее МВС), является инструментом обеспечения конкурентоспособности современного общества и государства. Основная причина – возрастающая экономическая эффективность математического моделирования по сравнению с натурными испытаниями [1]. МВС представляют собой сложные технические комплексы, дорогие в обслуживании и требующие высококвалифицированного специально подготовленного персонала, а также наличие специализированного программного обеспечения. Поэтому в мире распространена практика концентрации мощных МВС в отдельных крупных вычислительных центрах и предоставления удаленного доступа к ресурсам этих систем разным организациям для проведения расчетов [2].

В соответствии со Стратегией развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации приоритетным направлением является развитие интеллектуальных систем, позволяющих провести дальнейшую автоматизацию работы сотрудников организаций, повысить производительность труда, создать большое количество новых высокопроизводительных рабочих мест и повысить экономическую эффективность работы предприятий. Основными точками роста на ближайшие годы станут «облачные» технологии, системы автоматизации бизнеса, технологии обработки больших массивов данных и приложения для мобильных устройств [3,4].

РФЯЦ-ВНИИЭФ является одним из самых крупных вычислительных центров России и стран СНГ и имеет в своем распоряжении ряд мощных современных МВС, часть из которых доступна другим организациям посредством скоростного защищенного коммуникационного канала. Для повышения качества предоставляемых сервисов мы должны учитывать современные тенденции. В настоящее время преобладающей парадигмой вычислений становятся облака, дающие немало преимуществ, в том числе и для НРС. Облако модели обслуживания НРСaaS (High Performance Computing as a Service) подразумевает предоставление прозрачного доступа к сервисам высокопроизводительных вычислений с помощью облачной абстракции простого веб-интерфейса, за которым скрывается сложность локальной МВС [5]. В докладе будет представлена практическая реализация данной модели обслуживания.

### ***Список литературы***

1. Ильин В.П. Фундаментальные вопросы математического моделирования // Вестник Российской академии наук. – 2016. – том 86. – № 4. – с. 26–36;
2. Богданов А.В., Корхов В.В., Мареев В.В., Станкова Е.Н. Архитектуры и топологии многопроцессорных вычислительных систем – М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-Университет Информационных Технологий». – 2004. – 176 с. ISBN 5-9556-0018-3;

3. Тенденции развития экономики и промышленности в условиях цифровизации / под ред. д-ра экон. наук, проф. А.В. Бабкина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 658 с.
4. Гиглавый А.В., Соколов А.В., Абдрахманова Г.И., Чулок А.А., Буров В.В. Долгосрочные тренды развития сектора информационно-коммуникационных технологий // Форсайт. – 2013. – Т. 7. – № 3;
5. Гриценко В.И., Урсатьев А.А. Информационные технологии: тенденция, пути развития // УСиМ. – 2011. – № 5.

## **ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ C# ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИГРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ**

### **Волчков Д.С., Травова Н.Н.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Можно разрабатывать игры с помощью C#, но это далеко не самый практичный путь. Чтобы создать полноценную игру только на C#, придется написать весь код самостоятельно. Разработка даже простой игры с таким подходом займет много времени, ведь весь, пусть даже базовый, функционал придется разработать с нуля. И назревает вполне логичный вопрос - как вообще можно использовать C# для разработки игр? По правде говоря, разработчики использовали C#, комбинируя его с Unity, логотипы показаны на рисунке 1.



Игровой движок облегчает разработку игр, предоставляя разработчикам стабильную среду для легкого создания игр. Он делает доступными основные элементы игры, такие как звук и графика, а

Рисунок 1. Популярный выбор для разработки игр также редакторы для управления игровым процессом. Более того, это уменьшает избыточность задач разработки за счет таких функций, как система Prefab.

Многие популярные и отработанные игровые движки используют C# в качестве языка программирования. Многие опытные программисты объясняют популярность C# среди разработчиков игр и движков его доступностью, а это означает, что язык относительно легче выучить. Разработчики обычно считают, что разработка игр на C# намного проще чем на других языках, но и на этом преимущества использования C# для разработки игр не заканчиваются. Благодаря стабильности, которую предлагает C#, игровые движки захотели включить этот язык в свою структуру. Популярные игровые движки, такие как

Unity, реализовали C# в качестве одного из основных языков программирования. Широко используемый язык C# - это язык с многолетней историей, который претерпел множество обновлений. С момента своего выпуска C# собрал огромное количество поклонников, что означает надежную поддержку сообщества и обширные библиотеки, которые ежедневно дорабатываются сообществом или отдельными командами разработчиков. Поддержка, которую C# получает от расширяющегося сообщества, позволяет ему постоянно расти. Одна из наиболее актуальных отраслей для C# - видеоигры. Поскольку индустрия видеоигр быстро развивается и остро нуждается в производительности языка, Microsoft и миллионы разработчиков C# позаботились о том, чтобы и язык не замедлился. Сегодня многочисленные инструменты и библиотеки делают C# хорошо подходящим и достаточно быстрым языком для разработки игр.

### **Список литературы**

1. Олесницкий В.Т., Самсонова Л.Н. Пять игр, которые должен создать начинающий программист // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы – 17-19 апреля 2018 г.- Саров: изд. “Саровский физико-технический институт НИЯУ МИФИ”, 2018. С. 323-324.
2. Авдиль С.Л., Бекирова Э.А. Возможности объектно-ориентированного языка программирования C# (C Sharp) // Информационно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере. – Симферополь, 2018 г. С. 113-117.

## **РАЗРАБОТКА ИГР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТАРИЯ UNITY 2D**

**Еременко Н.Н., Соловьев Т.Г.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Один из перспективных путей создания какой-либо игры является разработка ее при помощи Unity 2D. Под Unity 2D принято понимать межплатформенную среду разработки приложения, которая дает возможность разработчику



*Рис. 1 Логотип среды разработки Unity*

выбрать одну из самых популярных платформ, например, персональные компьютеры, консоли, мобильные устройства и др.

Возможности среды: имеет удобный и простой интерфейс, который можно настроить под себя, отладка вашего продукта происходит прямо в редакторе, проект делится на отдельные файлы, присутствует поддержка физики твердых тел, поддержка популярных форматов файлов.

В Unity поддерживается формат, который дает возможность выкладывать элементы в свободный доступ во внутренний магазин, как за деньги, так и

бесплатно. Этими элементами могут быть звуки, текстуры, модели или скрипты.

Для разработки приложения необходимо определиться с платформой (Windows, iOS, Android) и размерностью (2D или 3D). Необходимо добавить элементы, которые будут использоваться и взаимодействовать в разрабатываемой игре. Взаимодействия чаще всего описываются скриптами, написанными на языке программирования C# (C Sharp). Некоторые свойства

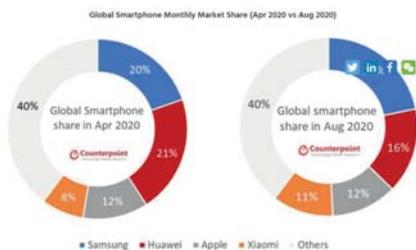


Рис 2. Доля Android – смартфонов на мировом рынке на момент 2020 года

обязательный экран приветствия с логотипом Unity.

В 2005 году Unity был предназначен для компьютеров Mac, затем появилась поддержка Windows, спустя время добавили платформы iPhone, Android, Playstation и Xbox.

Таким образом, инструментарий Unity очень популярен среди разработчиков. Реализация игр при помощи среды Unity – перспективная отрасль в современном мире IT-технологий.

### Список литературы:

1. Катышева Т.М., Иванцов В.В., Зиганшин А.Т., Хаустов П.А. Разработка и использование графических ресурсов для реализации игрового приложения с использованием Unity 2D // Молодежь и современные информационные информационные технологии. Сборник трудов XII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2014 г. С. 235-236.
2. Unity игровой движок. Сайт “ru.wikipedia.org” - [Электронный ресурс] - Режим доступа: URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity\\_\(игровой\\_движок\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity_(игровой_движок))

## РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ JAVA-ИГР НА ANDROID

Колганов Р.А., Макарец А.Б.

Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров

**Java** — это достаточно универсальный язык программирования, который часто используется для веб-разработки и для разработки под Android.

Если прочитать некоторые форумы и статьи о разработке игр, может сложиться впечатление, что Java не является хорошим выбором для разработки игр. Однако это мнение несколько устарело и неточно. Мир видеоигр очень

или параметры задаются в среде разработки, такие как размер и коллизия.

Unity используют как крупные компании, так и группы энтузиастов, не редки и случаи одиночной разработки.

Обладатели среды предоставляют бесплатную возможность распространять игру разработчику, при условии, что его доход будет менее 100 000 долларов.

Одно из важнейших ограничений бесплатной лицензии - это



*Рис. 1 Кроссплатформенный фреймворк libGDX*

есть действительно интересные и полезные фреймворки и библиотеки, которые помогут с воплощением идеи в реальность.

Игра состоит из: графики, физики (способ взаимодействия объектов в игре), ИИ (искусственный интеллект), графический интерфейс пользователя, звук.

Наиболее удобным фреймворком для кроссплатформенных игр является **libGDX**. Он содержит полезный движок Box 2D, который позволяет создавать игровую физику, множество графических классов, инструменты для работы со звуком.

libGDX состоит из нескольких модулей, поэтому можно использовать его для создания персонажей на основе AI, управления светом, звуком и физикой.

С помощью libGDX и box2d можно разрабатывать игры для разных платформ, таких как Android, iOS, Windows, Linux, MacOS и Web. Не нужно заново создавать код для каждого из них, написать его один раз, и он будет работать на любой системе из-за кроссплатформенности.

Также, разработка игр – это не только программирование, для действительно законченного проекта требуется сделать некоторые пиксельные рисунки, текстуры, спрайты персонажей. Продумать уровни - дизайн, а так же создать текстурные атласы и графический интерфейс.

### ***Список литературы***

1. Олесницкий В.Т., Самсонова Л.Н. Пять игр, которые должен создать начинающий программист // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы – 17-19 апреля 2018 г.- Саров: изд. «Интерконтакт», 2018. С. 323-324.
2. Афанасьев А.В. Актуальность языка программирования java в разработке мобильных приложений в 2020 году // Информационные технологии в процессе подготовки современного специалиста. Межвузовский сборник научных трудов. Липецк, 2020. С. 25-29.
3. Создание Java-игры: с чего начать. Сайт: «senior.ua» - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://senior.ua/articles/sozдание-javaigry-s-chego-nachat>

разнообразен. Условно их можно разделить на три категории: «Большие игры», Инди – игры, мобильные игры.

Мобильный рынок видеоигр продолжает расти вместе с количеством и производительностью смартфонов. Доля рынка Android-смартфонов сейчас составляет свыше 80%, и на Java написано очень много мобильных игр.

Написание игры на «сыром» Java - довольно сложная перспектива, но

## ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ PHP И MYSQL ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЕБ-САЙТОВ

Самаров Д. О., Рябков А.В.

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Для разработки веб-сайтов может применяться различный инструментарий, начиная от различных видов систем управления базами данных (СУБД), скриптовыми языками общего назначения и заканчивая различными инструментами для создания интерфейса системы. Например, СУБД бывают файл серверные (Microsoft Access, Borland Paradox), клиент-серверные (IBM DB2, MS SQL Server, Sybase, Oracle, PostgreSQL, MySQL) и встраиваемые (OpenEdge, SQLite, BerkeleyDB, Sav Zigzag).

Для создания веб-сайтов больше подходит клиент-серверные СУБД. Выбор был сделан в сторону MySQL, он является сервером баз данных, характеризуется большой скоростью, устойчивостью и лёгкостью в использовании, является идеальным решением, для создания веб-систем различного назначения. Разработчиком MySQL является фирма MySQL AB, которую 26 февраля 2008 года компания Sun Microsystems приобрела за 1\$ млрд. Программное обеспечение MySQL имеет двойное лицензирование. Пользователи могут выбирать, использовать ли ПО MySQL бесплатно по общедоступной лицензии GPL или приобрести одну из стандартных коммерческих лицензий MySQL AB. Обычно работают с общедоступной лицензией, если конечно использование не предусмотрено под нужды больших компаний.



Рисунок 1. Популярный выбор для разработки и создания веб-сайта.

Помимо СУБД необходимо сделать выбор между различными средствами, с помощью которых создаётся пользовательский интерфейс для веб-сайта. При разработке своих сайтов пользователи делают выбор в пользу языка PHP, так как PHP является хорошо документированным и абсолютно бесплатным. Язык PHP является широко используемым языком сценариев общего назначения с открытым исходным кодом. Он создавался специально для ведения веб-разработок и может использоваться непосредственно в HTML-коде. Синтаксис языка берёт начало из C, Java и Perl и является лёгким для изучения.

Преимущественным назначением PHP является предоставление веб-разработчикам возможности быстрого создания динамически генерируемых веб-страниц, однако, область применения PHP не ограничивается только этим. Значительным отличием PHP от какого-либо кода, выполняющегося на стороне клиента, является то, что PHP-скрипты выполняются на сервере, а клиенту

передаётся уже сгенерированный HTML-документ, логотипы показаны на рисунке 1.

### **Список литературы**

1. Новиков В.В. Прогрессивные веб-приложения // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 256-257.
2. Кочкина О.Ю., Макарец А.Б. Сравнительный анализ отечественного и зарубежного рынка систем PLM // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 6-8 апреля 2017 г. / А.Г. Сироткина (отв. за выпуск). – Саров: изд. «Интерконтакт», 2017. – С. 98-99.
3. Кристиан Д., Эмилиан Б. PHP и MySQL. Создание интернет магазина. 2-е изд. - М.:Вильямс, 2011. - 640 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ACCESSABILITY ПРИ РАЗРАБОТКЕ СОВРЕМЕННЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ**

**Гарипов И. Г., Холушкин В.С.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Доступные (Accessibility) веб-приложения создают лучшие условия для пользователей, предоставляя им наиболее комфортные условия для использования сайта. К основным принципам разработки доступных веб-приложений принято относить *доступность с клавиатуры, возможность использования людьми с ограниченными возможностями и отсутствие вреда для здоровья*. Доступность – это практика, позволяющая сделать веб-приложения удобными (*Usable*) [1] в использовании для максимального возможного числа людей.

При разработке доступных веб-приложений стоит учитывать всех людей, включая тех, кто может иметь ограничения, которые в свою очередь довольно существенно влияют на поведение пользователя на сайте. Принято выделять следующие виды ограничений: *по зрению, по слуху, по физическим или по когнитивным* показателям.

Поэтому разработчикам в аспекте применения принципов доступности веб-приложений следует понимать основные различия данных ограничений и подстраивать основной функционал с учетом специфики каждого из них. Также стоит отметить, что данный подход весьма обоснован и оправдан с точки зрения рынка.



Рисунок № 1 Виды индивидуальных особенностей пользователей

Поскольку, доступные веб-приложения расширяют спектр способов воспроизведения контента веб-приложения, использование *горячих клавиш, программ для чтения экрана, программ для голосового управления*, что в свою очередь выгодно и самим разработчикам. Увеличение числа способов взаимодействия с сайтом приводит к увеличению пользовательской базы, а также повышает общую лояльность.

Основная идея доступных веб-приложений заключается в предоставлении каждому пользователю наиболее удобного способа взаимодействия с интерфейсом, при этом в данном подходе к разработке стоит также принимать во внимание индивидуальные особенности.

#### ***Список литературы***

1. Сорокин С.А., Макарец А.Б. Юзабилити – показатель для оценки веб систем. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-8 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – 263-265.
2. Бофонова А.А. Анализ современных инструментальных средств разработки web-приложений // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-8 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – 263-265.
3. Основы доступных веб-приложений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Accessibility>

## СЛОЖНОСТИ В СПОЛЬЗОВАНИИ ЛАЗЕРНЫХ ЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ПЛОХИХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

Друцкий А. С., Павлов В.А.

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Оптические локационные системы, далее ОЛС, активно используются военными для поиска и отслеживания удаленных целей. Применение лазерных технологий в этой сфере значительно улучшает возможности ОЛС. С помощью оптических лазерных локационных систем, далее ОЛЛС, можно получать



Рис.1. Лазерный сканер координат объекта

точные координаты положения объекта на большом удалении с минимальной погрешностью (рис. 1).

Такая точность возможна из-за свойств лазерного излучения- монохроматичность, когерентность, направленность, интенсивность и поляризованность. Для некоторых задач ОЛЛС можно использовать очень короткие импульсные излучения. Благодаря этому в ОЛЛС можно формировать узкие диаграммы направленности при сравнительно небольших размерах передающих оптических систем, осуществлять эффективную пространственную и спектральную селекцию сигнала на фоне помех.

Благодаря высокой частоте

лазерного излучения можно наблюдать даже не большие изменения

Узкая направленность практически исключает отражения от земной поверхности и местных предметов. ОЛЛС обладают большей защитой от помех и высокой точностью измерения дальности угловых координат при этом размеры ОЛЛС много меньше чем у радиолокационных систем.

Хотя достоинства ОЛЛС неоспоримы использовать их постоянно не представляется возможным, лазерные технологии зависимы от погодных условий таких как, туман, дождь, снег и тд. При ухудшении погодных условий появляются сложности в наведении узкого лазерного луча. Учитывая все эти факторы, вместе с ОЛЛС используют радиолокационные системы.

Лазерные технологии нашли свое применение во многих областях науки и жизни, их используют в космической промышленности, метрологии, авиации. ОЛЛС помогает в решении задач, связанных с наблюдением за космическими объектами, контролем окружающей среды.

### **Список литературы:**

1. Хлебников А. А., Волков М.В., Стариков Ф.Ф. Нестационарная волновая модель лазера – генератора с многоуровневой кинетикой населенностей. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV

Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-8 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – 263-265.

2. Старовойтов Е.И. Характеристики лазерных локационных систем для коррекции бесплатформенной инерциальной навигационной системы беспилотных летательных аппаратов // Труды МАИ. 2018. Выпуск № 102. - С. 15.

3. Лазерные системы. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80>

## **ПРИМЕНЕНИЕ ФАЗЗИНГ-ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ**

**Заньков Е. С.<sup>1,2</sup>, Коротков М. С.<sup>1,2</sup>, Сысоев В. Н.<sup>2</sup>, Ильин М. О.<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

<sup>2</sup>*АО «РАСУ»*

<sup>3</sup>*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого*

Одной из распространенных проблем в области информационной безопасности (ИБ) являются уязвимости программного обеспечения (ПО). Практика проведения аудитов ИБ показывает, что не все компании уделяют этому достаточное внимание. Это связано с трудоемкостью, высокой стоимостью реализации процедур по обеспечению ИБ[2].

В настоящее время фаззинг-тестирование является составной частью большинства проверок безопасности и надёжности программного обеспечения и компьютерных систем. С развитием технологий увеличивается мощность и производительность компьютеров. Современные фаззинг-фермы (Рис.1) генерируют миллионы тест кейсов в секунду, что позволяет выявлять дефекты программных изделий, которые были не выявлены на предыдущих стадиях тестирования. При использовании фаззинг-тестирования возможно выявление разного рода проблем, но только при комплексном использовании ряда Open Source решений и коммерческих продуктов появляется возможность организации непрерывного эффективного процесса тестирования.

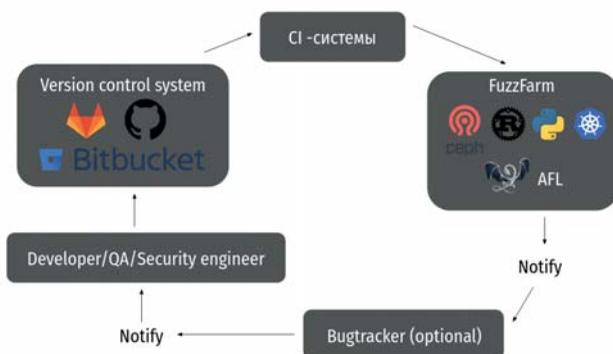


Рисунок 1 Пример фаззинг-фермы

Федеральная служба по техническому и экспортному контролю Российской Федерации (ФСТЭК РФ) регулирует сферу обеспечения безопасности информации в России. В общую систему организации защиты информации ФСТЭК России входят: лицензирование, сертификация и аттестация. ПО, прошедшее сертификацию, защищено от кибератак[1].

#### Список литературы:

1. ФСТЭК России [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://fstec.ru>
2. Заньков Е.С., Коротков М.С., Романова М. Д. Практические методы исследования уязвимостей программного кода // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019 – С.32-33.

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ИСХОДНЫХ ТЕКСТОВ (ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ: C/C++)

Коротков М. С.<sup>1,2</sup>, Заньков Е. С.<sup>1,2</sup>, Сысоев В. Н.<sup>2</sup>, Ильин М. О.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров,

<sup>2</sup>АО «РАСУ»

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

С развитием информационных технологий растут и потребности в аппаратном и программном обеспечении. Как следствие мы наблюдаем рост масштабов разрабатываемого программных решений. Вместе с этим растет и число злоумышленников, готовых воспользоваться возникающими уязвимостями в них. А также усложняются разрабатываемые системные комплексы, что затрудняет их поддержку и своевременное отслеживание неизбежных ошибок разработки и является причиной появления уязвимостей программных продуктов.

В связи растущими угрозами информационной безопасности государственные регуляторы вынуждены ужесточать требования к содержанию и порядку выполнения работ, связанных с созданием безопасного программного обеспечения.

В частности, устанавливаются требования к тестированию и верификации программного обеспечения, используемого на объектах критической информационной инфраструктуры. Одним из обязательных видов тестирования [2] является статический анализ исходных текстов - вида работ по инструментальному исследованию программы, основанный на анализе исходного кода программы с использованием специализированных инструментальных средств (статических анализаторов) в режиме, не предусматривающем реального выполнения кода [1].

На рынке существует множество инструментальных решений для проведения статического анализа, как коммерческих, так и свободно-распространяемых. Из-за ограниченности ресурсов и сложности поддержания при использовании невозможно использовать все существующие инструментальные средства. Для повышения эффективности тестирования необходимо выбрать ограниченное число решений для обеспечения максимального качества при минимальных затратах труда специалистов на поддержание инструментальных средств, а также финансовых средств. Для выбора в связи ограничениями внедренными западными партнерами и курсом на импортозамещение рассмотрены решения ведущих представителей отечественной разработки – ИСП РАН Svace, PVS-Studio, Rostelecom Solar appScreener, а также анализаторы, поддерживаемые мировым Open Source сообществом – Clang-Tidy, cppcheck, а также импортное коммерческое решение SonarQube Developer Edition.

В рамках проведенного исследования было установлено, что в инфраструктуре систем непрерывной интеграции и непрерывной доставки эффективно использование анализаторов Clang-Tidy и PVS-Studio, имеющих возможность бесшовного встраивания в процесс компиляции. Анализатор Svace также имеет возможность интеграции в процесс сборки программных изделий, однако требуемые вычислительные ресурсы не позволяют использовать его при каждом изменении в репозитории исходных текстов. Тем менее процедуры межпроцедурного и контекстно-чувствительного анализа, осуществляемые анализатором, выявляют множество ошибок и обеспечивают низкий уровень ложных срабатываний.

Анализатор Cppcheck имеет плагины для большинства популярных IDE и, вследствие этого, данное инструментальное средство можно использовать для предотвращения внесения возможных ошибок на максимально ранних этапах. Solar appScreener и SonarQube Developer Edition поддерживают множество языков и имеют наиболее обширные списки проверок, но на тестовых данных большинство срабатываний этих анализаторов являлись не актуальными и не представляли реальной угрозы. Данный подход к анализу является оправданным для минимизации существующих угроз, но требует значительных затрат для оценки полученных результатов.

Дополнительно стоит отметить, что в результатах большинства анализаторов наблюдается явная корреляция и для максимизации эффективности выбор анализаторов необходимо осуществлять в зависимости от существующего

процесса разработки и списка наиболее актуальных проблем в вашей кодовой базе.

### Список литературы

- 1 ГОСТ Р 56939-2016 «Защита информации. Разработка безопасного программного обеспечения. Общие требования», утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 июня 2016 г. №458-ст.
- 2 Заньков Е.С., Коротков М.С., Романова М. Д. Практические методы исследования уязвимостей программного кода. Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019 – С.32-33.

## ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ SLURM И КЛАСТЕРОВ

Новиков В. В., Павлов В.А.

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В современной IT сфере кластеры заняли прочное место, благодаря большим вычислительным мощностям и надежности. Кластеры же используются в больших компаниях, способные позволить себе такое оборудование, а следовательно, очередь задач на кластер ни когда не бывает пустой, а необходимость в вычислительной мощности остается. При работе кластера, ему необходим менеджер задач, в большинстве случаев им выступает SLURM.

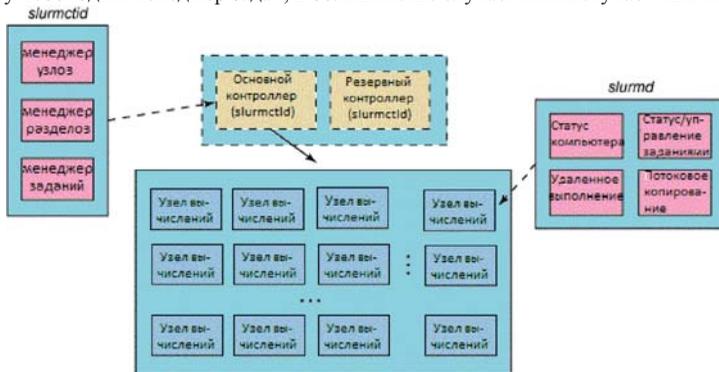


Рисунок 1 Высокоуровневое представление архитектуры SLURM

Исходный код SLURM находится в открытом доступе. Как известно, нахождение исходного кода в открытом доступе положительно влияет на будущее развитие данного программного обеспечения, что в будущем позволит каждому, кто его использует, настроить его под себя, а так же добавлять новый функционал и так же выкладывать его в открытый доступ.

На данный момент, большинство кластеров работает на ОС Linux, в следствие чего и SLURM разработан для взаимодействия с этой операционной системой.

Но SLURM может понадобиться и под другими ОС, в чем я и вижу развития, а именно – кроссплатформенность. Если реализовать данную функцию, можно использовать SLURM не только на кластерах, а на ПК под управлением ОС Windows. Данное нововведение позволит ограничить ресурсы компьютера на выполнение расчета задачи, а остальные ресурсы пустить на взаимодействие с пользователем.

При достижении вышеизложенной цели, а именно при работе с другими операционными системами, возможна реализация интерфейса программы. С интерфейсом, программа станет гораздо удобнее использовать пользователям не посвященным в детальный управление SLURM и им не придется учить разные параметры запуска программы.

### ***Список литературы***

1. Леоненков С.Н. Расширение функциональности менеджера ресурсов суперкомпьютера SLURM // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2015): труды международной научной конференции (г. Екатеринбург, 31 марта – 2 апреля 2015 г.). Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. С.506
2. Баранов А.В., Киселёв Е.А., Интеграция систем управления заданиями SLURM и СУППЗ // Труды научно-исследовательского института системных исследований Российской академии наук – 2019 г. – Москва : изд. ФГУ ФНИЦ НИИСи РАН, Москва, с.29-35
3. Мешеряков М.А., Масич Г.Ф. Интеграция планировщика задач суперкомпьютера SLURM с технологией SDN // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. Материалы X Международной интернет-конференции молодых ученых, аспирантов, студентов-2019г-Пермь : изд. Пермский национальный исследовательский политехнический университет, с.27-31

## **TNG50 - НАГЛЯДНАЯ СИМУЛЯЦИЯ ЭВОЛЮЦИИ ВСЕЛЕННОЙ**

**Шепель А.А., Макарец А.Б.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Ученые из институтов имени Макса Планка в Гейдельберге и в Гархинге, Гарвардского университета и Массачусетского технологического института обнародовали результаты недавно завершённого моделирования эволюции галактик. Симуляция TNG50 – самое детальное космологическое моделирование крупномасштабных структур. Она позволяет исследователям подробно изучить то, как формируются галактики, и как они эволюционируют вскоре после большого взрыва. В рамках моделирования впервые было



показано, что геометрия потоков космического газа вокруг галактик определяет структуру последних, и наоборот.

Учёные, которые заняты работой с космологическими моделями, постоянно сталкиваются с фундаментальным компромиссом: из-за того, что вычислительная мощность компьютеров конечна, типичные симуляции могут быть либо очень подробными для отдельно взятого небольшого объема пространства, либо охватывать большой объем виртуального пространства без каких-либо подробностей. И того и другого одновременно до сих пор никто сделать не смог. Детальное моделирование с ограниченными объемами может моделировать не более нескольких галактик, что затрудняет статистические выводы. Крупномасштабные симуляции, в свою очередь, обычно лишены деталей, необходимых для воспроизведения многих мелкомасштабных свойств, которые мы наблюдаем в нашей собственной Вселенной, что снижает их предсказательную способность.

В своих точках пересечения космическая сеть газа и темной материи, предсказанная симулятором TNG50, содержит галактики, очень похожие на форму и размер реальных галактик. Впервые гидродинамическое моделирование могло непосредственно вычислить подробную картину кластеризации галактик в космосе. Сравнение с наблюдаемыми данными, включая новейшие крупные опросы, демонстрирует высокую степень реализма. Кроме того, моделирование предсказывает, как космическое полотно изменяется со временем, в частности, в отношении лежащей в основе космоса темной материи.

Звездообразующие галактики ярко сияют в синем свете своих молодых звезд, пока внезапный эволюционный сдвиг не закончит звездообразование, так что в галактике доминируют старые красные звезды и соединяются с кладбищем, полным «красных и мертвых» галактик. Единственным физическим объектом, способным тушить звездообразование в наших больших эллиптических галактиках, являются сверхмассивные черные дыры в их центрах. Сверхбыстрые оттоки этих гравитационных ловушек достигают скорости до 10 процентов скорости света и влияют на гигантские звездные системы, которые в миллиарды раз больше, чем сравнительно маленькая черная дыра.

TNG50 также помогает исследователями понять иерархические структуры галактик. Теоретики утверждают, что сначала должны образовываться маленькие галактики, а затем сливаться во все более крупные объекты, управляемые неустанным тяготением силы тяжести. Многочисленные столкновения галактик буквально раздирают некоторые галактики и разбрасывают их звезды на широкие орбиты вокруг вновь созданных больших галактик, что должно дать им слабое фоновое свечение звездного света. Эти предсказанные бледные звездные ореолы очень трудно наблюдать из-за их низкой поверхностной яркости, но TNG50 смоделировал точно то, что астрономы наблюдают в своих данных.

### ***Список литературы***

1. Wooldridge, M. Introduction to MultiAgent Systems TNG50// England: JOHN WILEY & SONS,LTD, 2020.

2. Oren, T. On the Synergy of Simulation and Year: An Innovation Paradigm Perspective /T. Oren, L. Yilmaz // International J. of Intelligent Control and Systems. – 2019. – V. 14, №1. – P. 4 – 19.
3. Левитан Е.П. Новые попытки моделирования большого взрыва // Земля и Вселенная. 2008. № 6. С. 66-67.

## ГЛУБОКОЕ МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

**Круглов П.В., Соловьев Т.Г.**

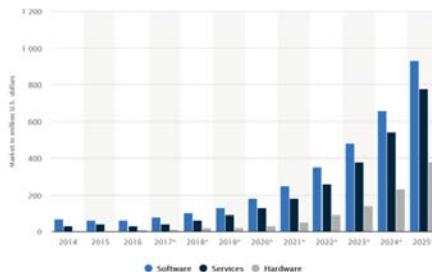
*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Глубокое машинное обучение - это совокупность алгоритмов и методов машинного обучения основанных на нейронных сетях. Отличительной особенностью глубокой ней-ронной сети является ее многослойность. Методы глубокого обучения были известны еще в 20 веке, но в связи с низким уровнем аппаратного обеспечения методы глубоко обучения не получили возможности реализации, и в то время как другие методы машинного обучения активно развивались, глубокое обучение не пользовалось популярностью. Но после 2010 года глубокое обучение получило очень большой прорыв в развитии. Этому послужили такие события как:

- Победа в 2011 году многозадачных глубоких нейронных сетей в конкурсе «Merck Molecular Activity Challenge», где стояла задача прогнозирования биомолекулярной мишени одного препарата

- Достижение сверточными нейронными сетями сверхчеловеческой производительности относительно задачи распознавания изображений в 2011 году победа CNN в конкурсе ImageNet по классификации объектов на фотографиях в 2012 году

Технологии глубокого обучения могут предоставить неограниченные возможности для работы с изображением, распознавания речи и перевода естественных языков, а также систематизации информации. IT-рынок все больше движется в сторону так называемых SaaS решений. Сервисы основанные на технологиях искусственного интеллекта показывают стремительный рост. Согласно статистике, в 2017 году рынок Глубинного



*Рис.1. Диаграмма продаж продуктов глубокого обучения*

Обучения только в США достиг 80 миллионов долларов, прогнозируется, что в последующие годы эта цифра будет расти.

На рис. 1. представлена диаграмма объема продаж на мировом рынке аппаратного и программного обеспечения и услуг предоставляемых глубокими нейронными сетями, которая объединяет статистические данные и прогнозирование на ближайшие года.

### Список литературы

1. Коротков М.С., Волынкин В.А., Богатырёв В.О., Заньков Е.С., Кузьева С.Р., Пантелеев А.С. Применение нейронных сетей с глубоким обучением в задачах биометрического распознавания - Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы - Саров, 07-09 апреля 2020 г. - Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – С. 286-287
2. Пантелеев А.С. Neuralink: нейроинтерфейс для чтения мыслей и управления компьютером - Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы - Саров, 07-09 апреля 2020 г. - Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – С.268-269
3. Сферы применения глубоких нейросетей - [Электронный ресурс] - URL: <https://stfalcon.com/ru/blog/post/5-fascinating-applications-of-deep-learning>

## ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ РОЕВОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КИНЕМАТОГРАФИИ

Хорошилов Л. Н., Алексеев В.В.

*Саровский физико-технический институт - филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В настоящее время программные средства, основанные на подходах искусственного интеллекта, получают большое распространение в мире. Благодаря интеллектуальным технологиям возрастает число практически значимых задач, которые можно воспроизводить на компьютере.

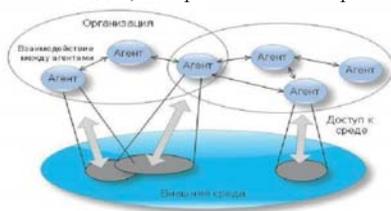


Рисунок 1 – Подход роевого интеллекта (многоагентных сред)

На данный момент большое количество задач в IT-сфере решается с помощью подхода роевого интеллекта (рис. 1). В теории искусственного интеллекта он используется как метод оптимизации и основывается на моделировании социального поведения живых организмов.

Основы интеллектуальных, в том числе и роевых алгоритмов используют не только для решения задач в IT-сфере, но и, например, в кинематографии. Действительно, тема искусственного интеллекта не чужда кинорежиссёрам, поскольку уже снято невероятное количество фильмов на эту тему, и в большинстве случаев искусственный интеллект начинает полноценно мыслить, развиваться и, как итог — решает уничтожить или поработить человечество.

В качестве примеров можно привести тот факт, что на основе алгоритмов роевого интеллекта были смоделированы массовые сцены в фильмах «Властелин колец», «Чёрное зеркало», «300 спартанцев». В них каждый агент интеллектом не обладает, действует на основе заложенных правил, но в результате взаимодействия появляется сложность и самоорганизация, что приводит к достижению поставленной цели.

Например, Орки в фильме «Властелин колец» использовали следующие правила:

- 1) Находиться ближе к другим оркам;
- 2) Не наткаться на других орков;
- 3) Идти по направлению толпы;
- 4) Если нарвёшься на человека, заруби его пополам.

В фильме «Чёрное зеркало», например, получить простую команду добраться до девушки (цели), которую по результатам голосования в твиттере народ признал самой ненавистной за день, роботы-пчёлы проявляли разные пути её достижения следуя базовому набору простых правил. Они пробовали все варианты вплоть до того, что просто проникались даже в самую маленькую щель. Этот пример и тот, что был приведён ранее, демонстрируют принцип сложного поведения системы, основанной на простых правилах.

#### ***Список литературы:***

1. Новиков В.В., Волков Р.А. Интеллектуальные технологии в социальной жизни человека // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 7-9 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – 259-260.
2. Ямченко Ю.В., Карпенко А.П., Соколянский В.В. Обзор различных алгоритмов роевого интеллекта // Актуальные проблемы современной науки. 2015. № 6 (85). - С. 238-245.
3. Искусственный интеллект в кино: 10 ярких примеров [Электронный ресурс]. – 2015. – URL: <https://gagadget.com/kino/17009-iskusstvennyj-intellekt-v-kino-10-yarkih-primerov/>

## **РАЗРАБОТКА КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ЭКГ**

**Дьяков В.В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В России более 23 миллионов человек страдают заболеваниями сердца, более половины смертей вызваны сердечно-сосудистыми заболеваниями, 40% всех смертей от сердечно-сосудистых заболеваний приходится на возраст от 25 до 65 лет. Своевременно оставленный точный диагноз облегчает выбор метода лечения и значительно повышает вероятность выздоровления больного.

Но в данный момент индивидуальные приборы для регистрации ЭКГ имеют достоверность диагностики ниже 50%. Пользователь, самостоятельно зарегистрировавший ЭКГ, не может быстро получить качественный анализ и вынужден отправлять каждую ЭКГ на анализ врачу. Пользование

индивидуальными приборами становится дорогим и не привлекательным для населения.

Для решения этих проблем компания ООО «НИМП ЕСН» приняла решение о разработке облачного сервиса «Миокард-Веб» (рис. 1), который включает в себя:

- Веб-приложение для физических лиц, где каждый пользователь может загрузить ЭКГ в международном формате edf, dicom и получить качественный анализ системы и рекомендацию по тактике, основанной на анализе всех ЭКГ пациента;
- Серверную часть сервиса, включающую в себя модуль для обработки запросов, модуль работы с базой данных, модуль работы с CGMServer-ом, а также API для региональных телемедицинских проектов и разработчиков электрокардиографического оборудования;
- CGMServer – сервис, разработанный компанией ООО «НИМП ЕСН», который получает на вход ЭКГ в формате EDF, фильтрует ее и выдает крайне точный автоматический диагноз. К нему подключено несколько медицинских центров. Он помогает врачам в постановке диагноза по всей стране.



Рис. 1 Архитектура «Миокард-Веб»

Я принимаю участие в разработке данного сервиса и отвечаю за клиентскую часть (серый квадрат на схеме). Она представляет из себя веб-приложение, с помощью которого пользователи получают возможность вести свою базу ЭКГ в личном кабинете, просматривать кардиограммы с советами по снятию, а также отправлять ЭКГ на автоматический анализ и получать текстовую часть заключения и основные параметры ЭКГ. При выявлении серьезных нарушений пользователь сможет отправить ЭКГ врачу-функционалисту.

Решение сделать клиентскую часть именно веб-приложением было принято исходя из того, что сейчас почти на всех цифровых устройствах есть веб-браузер – прикладное программное обеспечение для просмотра страниц и управления веб-приложениями. Для разработки клиентской части используется Angular – это веб-фреймворк с открытым исходным кодом, который отлично подходит для создания интерактивных веб-приложений.

Выбор компании остановился именно на фреймворке Angular, благодаря строгости языка TypeScript, возможности создавать модули с возможностью повторного использования и большому количеству проектов, реализованных с применением данного фреймворка. Например, большой модуль фильтрации ЭКГ из ранее реализованного проекта удалось почти без изменений использовать в новом облачном сервисе.

Благодаря этому сервису пользователи смогут моментально узнавать о критическом состоянии и своевременно вызвать скорую помощь, что значительно уменьшит смертность. Также будет решена задача нехватки врачей функциональной диагностики в регионах. Бета-версия сервиса доступна по адресу: <http://myecg.ru>

### ***Список литературы***

1. Курочкин С.В., Салех Х.М., Нуждин Р.В. Применение «облачных» технологий при проведении научных исследований // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 2-8 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – 82-83.
2. Зубарева Н.И., Макарец А.Б. Тенденции развития облачной модели управления IT-проектов // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 2-4 апреля 2019 г. / А.Г. Сироткина (отв. за выпуск). – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 339-340.
3. Архитектуры облачных систем обработки и хранения данных. Seagate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.seagate.com/ru/ru/tech-insights/cloud-compute-and-cloud-storage-architecture-master-ti/>

## **СОВРЕМЕННАЯ ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОСТИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ**

**Макаева Ю.Ю., Травова Н.Н.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Важнейшей современной проблемой обеспечения качества программных систем является применение формальной системы характеристик качества и методологии их оценки.

Обеспечение устойчивости программы к ошибкам означает, что программная система должна содержать средства, которые могут локализовать область и степень влияния отказа программы, сократив тем самым влияние неприятных последствий. Применение такого подхода часто является весьма затруднительным, потому что многие простые методы обеспечения устойчивости, используемые в технических системах неприменимы в программировании.

В целом методы обеспечения устойчивости программ к ошибкам можно разбить на три группы:

- методы динамическая избыточность;
- методы отступления или сокращенного обслуживания;
- методы изоляции ошибок.



Рисунок №1 Иллюстрация поиска ошибок в ПС

Из этих методов для большинства программных систем применим только последний, изоляция ошибок. Основные правила изоляции ошибок:

1) не должно быть возможности непосредственно ссылаться в одной программы или ее части на другую программу, вносить изменения в данные другой программы;

2) программы и данные, которые они используют, должны быть защищены от операционной системы так, чтобы ошибки в самой операционной системе не приводили бы к случайному изменению кода прикладных программ или их данных;

3) программы не должны иметь возможность остановить систему.

Проблема надежной передачи данных является одной из центральных для компьютерных сетей и проявляется не только на транспортном, но также на сетевом и прикладном уровнях.

#### ***Список литературы***

1. Кузьмина А.В. Стандарты в области системной инженерии // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 02-04 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 249-250.
2. Романчев И.В., Баннов В.Я., Романчева Н.И., Юрков Н.К. Оценка и прогнозирование надежности программных средств // Журнал: Труды международного симпозиума надежности и качества Учредители: Пензенский государственный университет (Пенза). 2008. Т. 2. - С.41-44.
3. Устойчивость к ошибкам - надежность систем - надежность и качество программных средств [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://www.info-tehnologii.ru/kac\\_sr/nad\\_sis/Ust\\_oshub/index.html](https://www.info-tehnologii.ru/kac_sr/nad_sis/Ust_oshub/index.html)

## **РЕАЛИЗАЦИЯ АСИНХРОННОСТИ В АРХИТЕКТУРЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПОРТАТИВНОГО КАРДИОРГАФА «МИОКАРД-25»**

**Субарев А. А., Холушкин В.В.**

*Саровский физико-технический институт - филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Портативный кардиограф является критической системой и предназначен для работы на выездах скорой помощи. Крайне важно, что бы устройство было быстрым и отказоустойчивым, однако портативность накладывает свой отпечаток на вычислительных ресурсах. Асинхронность позволит задействовать все ресурсы процессора и улучшить производительность программного обеспечения, а так же не блокировать её работу при критических ситуациях.

Для разработки был выбран язык Java, главным преимуществом которого является кроссплатформенность и поддержка асинхронности. Данный язык поддерживает потоки и предоставляет множество инструментов для работы с ними (исполнители, блокировка и ожидание, Future – контейнеры, механизмы наблюдателя и наблюдаемого и др).

При реализации асинхронности, в первую очередь, нужно избегать ручной синхронизации и использовать потокзационенные объекты или встроенные планировщики, такие как исполнители (рис.1). Важно продумать все потоки данных, исключить любую гонку между потоками к одной ячейке памяти и обращение к одному адресному пространству.

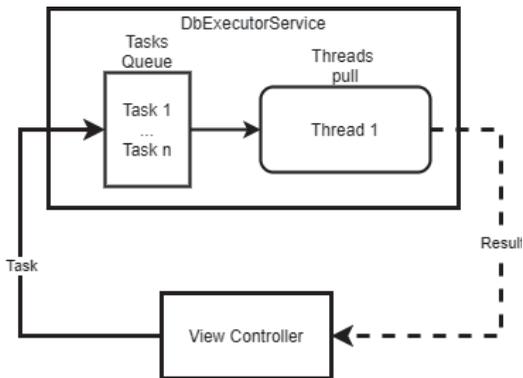


Рис.1 Схема работы исполнителя, состоящего из одного потока

В языке Java все методы обновления и изменения интерфейса являются потокобезопасными и должны выполняться одним потоком, это накладывает некоторые ограничения. При выполнении параллельной задачи нельзя обновлять элементы интерфейса в дополнительном потоке, для этого существуют функции, вызов которых может происходить в дополнительном потоке, однако их исполнение происходит в потоке обновления экрана.

Большинство задач по асинхронности можно и нужно выполнять с помощью встроенных средств любого используемого языка. Ручная же синхронизация является более гибкой, но в то же время и более сложной и опасной.

### **Список литературы**

1. Жененков М.А. Создание процессов в библиотеке MPI для повышения производительности параллельных приложений // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской

молодежной научно-инновационной школы. — 2-8 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – С.297-298  
2. Любимова Т. В. Асинхронность в программировании // Университетская наука. 2019. №2 (8). - С. 135-138.

## **COVID-19 И НОВЫЙ ВЕКТОР РАЗВИТИЯ ДЛЯ AGILE**

**Фаткина В.А., Холушкин В.С.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Agile-командам в условиях пандемии, экономического кризиса и удалённой работы приходится сталкиваться с ворохом новых неожиданных проблем, которые щедро сыпятся поверх привычных трудностей. К организационным проблемам добавляются личные психологические срывы, новая загадочная стратегия топ-менеджмента «курица без головы», неспособность компаний быстро организовать распределённую работу, усердная паранойя безопасников и много других увлекательных вещей.

Скрам-мастеру приходится задумываться, где самому черпать энергию и моральные силы, чтобы не только воодушевлять команду, но и самому как-то переставлять ноги, а не забиться в уголок с табличкой «Do not disturb». Сейчас всё меняется настолько быстро, что в одиночку трудно подобрать адекватные ответы на ежедневные вызовы. Для agile-разработчиков важно подобрать новый вектор развития.

Agile подход рекламируется как одна из лучших, наиболее важных методик работы, но как она применяется во время пандемии? В каком смысле это имеет отношение (или нет?) к кризису, подобному тому, с которым мы сталкиваемся, вызванному COVID-19?

На самом деле, гибкое мышление и методологии могут многому научить нас о том, как работать наиболее эффективно, когда мы работаем по-другому.

Рожденный из разработки программного обеспечения в 2001 году с разработкой Agile Manifesto, agile теперь стал очень популярным. Компании, стремящиеся к скорости, инновациям и большей клиентоориентированности, отдают приоритет гибкой работе не только для ИТ-отделов, но и для функций всей организации. На самом деле компании, которые наиболее полно используют agile во всех своих организациях, являются наиболее успешными.

Гибкое мышление имеет значительные преимущества в любое время, но оно особенно эффективно в этот период неопределенности.

Но как agile может быть релевантным в сегодняшних условиях работы в основном из дома? Основной характеристикой agile являются члены команды, которые способны находиться в непосредственной близости с тесными связями и большим количеством личного взаимодействия. Хотя это может показаться невозможным для большинства людей, работающих дома, это все еще может быть достигнуто. Говард Саблетт, со-генеральный директор и главный директор по продуктам Scrum Alliance, организации из 1,2 миллиона членов, которая создает продукты с использованием гибких подходов, включая Scrum, рекомендует командам держать свои видео и аудио включенными, когда они работают вместе. Он говорит, что каждый должен сосредоточиться на работе

команды. С интенциональностью и целеустремленностью виртуальные связи работают просто отлично.

Кроме того, когда все члены команды находятся на расстоянии, это может реально помочь взаимодействию. В ситуациях, когда большинство членов находятся в конференц-зале, а другие находятся в отдалении, неравенство присутствия может помешать, отдавая предпочтение тем, кто находится в комнате. Когда звонят все члены команды, это может облегчить сотрудничество, потому что уравнивает участников.

Генри Форд якобы сказал: "Почему каждый раз, когда я прошу пару рук, они приходят с прикрепленным мозгом?" К сожалению, он рассматривал людей как взаимозаменяемых и был сосредоточен больше на эффективности и меньше на расширении возможностей. Agile-это полная противоположность. Он "в высшей степени человечен", по словам Саблетта, и создает условия для того, чтобы люди использовали свои величайшие таланты и мышление для решения сложных проблем.

Agile может помочь нам добиться успеха сегодня, и в новый нормальный пост-COVID. Это особенно актуально, потому что мир больше не основан на индивидуальной работе, а гибкое мышление охватывает команды. Наши нынешние условия требуют спокойной реакции на сложность, а гибкость дает нам возможность быть лучшими перед лицом неопределенных времен.

### ***Список литературы***

1. Ермолович И.С., Макарец А.Б. Предпосылки и преимущества внедрения «гибких» (Agile) методологий в современных организациях // «Математика и математическое моделирование». Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы г.Саров, 2-4 апреля 2019г. – с 323-324

2. Why Agile Is The Mindset To Get Us Through The COVID Crisis: 4 Lessons From Agile For Today And The New Normal: Обзор сайт "Forbes".[Электронный ресурс].

Режим доступа:<https://www.forbes.com/sites/tracybrower/2020/04/12/why-agile-is-the-mindset-to-get-us-through-the-covid-crisis-4-lessons-from-agile-for-today-and-the-new-normal/?sh=367db64731d3>

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ В РАБОТЕ С МЕДИА КОНТЕНТОМ**

**Бофонов А. А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

В 21 первом веке медиа контент присутствует во всех сферах жизни общества. Текстовая, звуковая и визуальная информация (графика, видео, анимация) стали неотъемлемой частью информационного просвещения людей.

Постоянное использование медиа контента приводит к возрастанию требований по его хранению и использованию будь то медиа студия телевизионного канала или студия для домашнего пользования. С каждым годом, например, происходит рост разрешения видео кадра в результате одна

минута с разрешением 8К в несжатом виде занимает 100Гб что повышает требования по емкости хранилища данных.

Основными критериями при выборе системы хранения данных для медиа контента являются: объем хранилища, скорость чтения и записи информации, доступ к данным, отказоустойчивость.

Для домашней студии подойдет вариант с использованием традиционного подхода с использованием систем хранения данных настольных моделей NAS на 2-5 дисков. Студии, занимающиеся разработкой медиа контента, используют вариант централизованного хранилища или нескольких хранилищ с организацией совместного доступа к контенту, высокоскоростным обменом между хранилищем и узлами обработки контента и дублирование всех ключевых компонентов: серверов, каналов связи, коммутаторов и контроллеров домена. Крупные студии, в том числе и нацеленные на широкое вещание используют все те же технологии, но с применением разноуровневого хранения данных которое заключается в использовании медленных, но емких HDD для хранения исходных материалов и архива, а также быстрые SSD для оперативной работы и кэширования.

Реализация системы хранения данных для медиа студии рассмотрим на примере телевещательной станции Тайваня. Весь медиа контент хранится на СХД Qsan XS5224-D и полке расширения JBOD XD5324-D. В шасси и полку установлены по 24 диска NL-SAS объемом 14ТБ каждый. Конфигурация дискового пространства (СХД — пул 24x RAID60, Полка расширения – пул 22x RAID60. 2 x hot spare).

Пул серверов для обеспечения доступа к данным – кластер из 4-х серверов на базе Windows Server.

Доступ к контенту организуется через протокол CIFS.

Физически все 4 сервера имеют подключение к СХД через Fibre Channel 16G без использования коммутаторов. Доступ клиентов к пулу серверов осуществляется через сеть 10GbE. На клиентах используется ПО Edius v9 в среде Windows.

Типы нагрузок: (Работа с видео 4К на 7 потоков – 2 клиента, Работа с видео 2К на 13 потоков – 10 клиентов)

В итоге при указанных нагрузках система обеспечивает стабильную суммарную производительность 1500 МБ/с, которая является комфортной для текущей работы телестанции. В случае необходимости увеличения дискового пространства, заказчику всего лишь достаточно добавить дополнительные полки и расширить существующий массив на новые диски. Разумеется, все эти операции можно произвести в режиме online, не прерывая рабочие процессы.

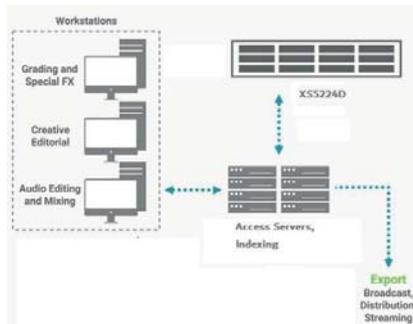


Рисунок 1- Пример СХД телевещательной станции Тайваня

### ***Список литературы***

1. Бондарь С.И., Макарец А. Б., Мамонов Ю.В. Развитие открытых информационных систем в // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 7-9 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – С. 326.
2. Использование СХД в работе с медиа контентом [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/skilline/blog/498242/>

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ В ПОИСКЕ ЛЕКАРСТВ ОТ COVID-19**

**Кузмина М. В., Кирпиченко Э.В.**

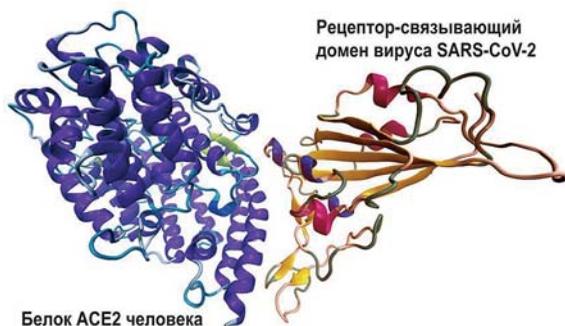
*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Пандемия коронавируса, начавшаяся в 2019 году поставила под угрозу множество человеческих жизней и парализовала экономическую и социальную активность практически всех стран мира. Поиск способов предотвращения или снижения негативных последствий от коронавирусной инфекции сегодня является приоритетным направлением научных исследований. Для этого широко применяются современные методы исследований с помощью сложных расчетов и компьютерного моделирования. Необходимо научиться создавать медицинские препараты в короткие сроки, и значительно ускорить этот процесс помогают суперкомпьютерные вычисления.

Первостепенная задача по поиску эффективных лекарственных препаратов в борьбе с COVID-19 выполнялась в разных странах мощными суперкомпьютерами. Например, в США суперкомпьютер Саммит проанализировал огромное количество информации и отобрал 77 веществ, которые с высокой вероятностью могут остановить коронавирус. Или суперкомпьютер MOGON II проанализировал эффективность лекарственных препаратов в борьбе с коронавирусом, в результате было выявлено четыре препарата, компоненты которых могут оказаться действенными против COVID-19.

Сверхмощные вычислительные системы необходимы, чтобы найти основу для создания противовирусных препаратов. Суперкомпьютеры помогают значительно ускорить подбор молекул для будущих лекарств, благодаря уникальным наукоемким технологиям молекулярного моделирования и докинга. Это метод моделирования молекул, предсказывающий наиболее выгодную ориентацию молекул для образования устойчивого соединения.

Для успешной разработки необходима непрерывная работа целого конвейера: поиск с помощью докинга в больших базах нужных молекул, дизайн новых молекул и их суперкомпьютерный докинг, экспериментальное тестирование активности найденных молекул, синтез новых молекул и экспериментальная проверка их активности. Процесс разработки не должен останавливаться, так как даже на последнем этапе клинических испытаний могут выявиться опасные побочные эффекты.



*Рисунок 1 – Моделирование взаимодействия белка человека ACE2 с рецепторo-связывающим доменом вируса*

В России на суперкомпьютере «Ломоносов» сотрудники лаборатории вычислительных систем и прикладных технологий программированы Научно-исследовательского

вычислительного центра МГУ запустили масштабные

расчеты. Запущенные вычисления помогут найти лекарство прямого действия. Проект по поиску лекарства против COVID-19 запустила еще одна группа российских ученых в сотрудничестве с научно-исследовательскими коллективами из Финляндии, Китая, Японии и Канады. Ресурсы выделяет Межведомственный суперкомпьютерный центр Российской академии наук. Расчеты ведутся на модернизированной кластерной системе МВС-10П ОП на базе высокопроизводительных серверных процессоров Intel® Xeon® Scalable второго поколения. Важность практики международного сотрудничества в том, что участники проекта обладают разными компетенциями, знаниями, умениями и ресурсами.

В настоящее время запускаются проекты по поиску лекарств и вакцины против COVID-19 во многих странах мира. Для их реализации выделяют мощности суперкомпьютеров, которые значительно упрощают и сокращают время исследований при помощи своего быстродействия и сложного компьютерного моделирования. Непосредственное участие суперкомпьютеров помогает ученым, используя базы знаний прорабатывать возможные варианты для создания противовирусных вакцин. На данный момент разработаны уже несколько видов вакцин, как в России, так и в других странах мира и продолжают исследования по поиску лекарства, чтобы спасти человечество от пандемии.

### **Список литературы**

1. Репьева А.А. Современные Супер-ЭВМ. Характеристики мировых TOP-10. Обзор задач решаемых супер-ЭВМ. Отечественные супер-ЭВМ. Проекты по симуляции рождения и развития вселенной. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 2-4 апреля 2019 г.– Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С.292-294.
2. Алексей Андреев. Суперкомпьютеры борются с вирусом. Сайт: <https://stimul.online/> [Электронный ресурс]. Режим доступа:

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Чиркова А.В., Алексеев В.В.

*Саровский физико-технический институт – филиал МИФИ, г.Саров*

Современный этап развития цивилизации характеризуется переходом наиболее развитой части человечества от индустриального общества к информационному. Одним из более красочных явлений этого процесса является формирование и развитие глобальной информационной компьютерной сети [1]. Всеобщая интернетизация является одной из основ информационного общества.

Как ни странно, представление о том, что информационное общество – открытое и прозрачное, не вполне адекватно реальности, ибо в этом обществе наблюдается множество разнообразных источников информационного загрязнения [2].

Конечно, когда говорят об информационном обществе и информационных загрязнениях, обычно имеют в виду, прежде всего технические истоки загрязнения. Однако ошибкой является игнорирование психологических, социальных и других источников. Человек остается человеком и в информационном обществе. Будучи субъектом, вступающим в активное взаимодействие с информацией на всем протяжении информационного цикла, человек имеет полное право на информационную безопасность, защиту от незначимой, недостоверной, в том числе намеренно искаженной, навязываемой информации (Рис. 1). В связи с этим ряд исследователей предлагает рассматривать проблему информационного загрязнения с позиций экологии. Отдельные аспекты соотношения информатизации и здоровьесбережения рассматривались в работах В.Е. Морозова, А.Л. Еремина, Е.Н. Боярова и др. Указанные авторы сходятся во мнении, что на сегодняшний день информационный фактор воздействует на человека и его сознание столь интенсивно, что возникает реальная угроза деструкции личности, а значит, и девиации как естественного следствия данного процесса [2].

Именно поэтому, сегодня, все чаще говорят об информационной экологии, необходимости защиты человека от информационных загрязнений [2]. Думается, что огородится от информационного загрязнения возможно при соблюдении определенных мер. К подобным мерам можно отнести распространение принципов личной кибербезопасности и информационной гигиены. Сам процесс получения и обработки информации должен



*Рис. 1 Защита от недостоверной информации*

подвергаться индивидом внутреннему контролю и самоанализу. Реципиент должен подвергать критичной оценке источник, содержание и канал получения сообщений и информации. Повышение общей компьютерной грамотности, выработка принципов оценки источников информации, методов работы с информацией, способов противодействия медиавирусам и правил информационной безопасности становятся необходимыми условиями существования человека в качестве субъекта виртуального социального пространства [3].

Становится очевидной необходимость дальнейшего исследования различных угроз и кризисов, связанных со становлением информационного общества, а также выработка основ кибербезопасности и информационной гигиены в условиях информационного загрязнения [3].

#### **Список литературы:**

1. Людаев Е.Р. Анализ применения технологий информационно-поисковых систем в интеллектуальном поиске и о перспективах их развития // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XI Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 11-13 апреля 2017 г. / А.Г. Сироткина (отв. за выпуск). – Саров: изд. «Интерконтакт», 2017. – С. 106-107.
2. Ильин В.И. О некоторых истоках информационного загрязнения в информационном обществе // Личность в информационно-образовательном пространстве: ответы на вызовы времени. Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. Елец, 22 ноября 2018 г. с. 205-210.
3. Леушкин Р.В., Балаклеец Н.А. Проблемы становления информационного общества: информационное загрязнение и медиазаражение // IN MEMORIAM: Георгий Федорович Миронов. Сборник памяти Г.Ф. Миронова. Ульяновск, 2019 г. с. 170-176.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ КОГНИТИВНО-ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ**

**Шестакова Н.В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

На сегодняшний день тема создания искусственного интеллекта крайне актуальна.

Очевидно, что создание искусственного интеллекта (ИИ) без помощи специалистов в сфере психологии невозможно, т.к. когнитивные психологи непосредственно работают со сферой коммуникации и познавательной сферой. Важно и понимание принципов работы мозга и их связи с высшими психическими функциями человека.

Компьютерное моделирование психических процессов, когнитивно-поведенческая терапия – очень перспективные направления в области развития и применения ИИ. Наблюдаемый антропоморфизм ИИ – одна из причин эффективности применения когнитивно-поведенческой терапии в работе с психологическими проблемами и расстройствами. Искусственный интеллект

является частью общего стремления когнитивной психологии понять мышление.

Примером применения искусственного интеллекта может служить разработка диагностических программ в психиатрии на основе нейросети. Например, мультимодальный метод диагностики депрессии Стэнфордского университета (2018 г.) анализирует выражение лица пациента, построенное в 3D-проекциях, и разговорный язык.

Перспективным представляется проект создания чат-бота-психотерапевта Woebot, которым также занимаются ученые Стэнфордского университета. Возглавит работу Эндрю Ын (Andrew Ng), сооснователь проекта по созданию самообучающегося искусственного интеллекта Google Brain.

Это позволит пациентам с депрессией и тревожными расстройствами вести переписку с ботом в ключе когнитивно-поведенческой психотерапии (КПТ) — наиболее эффективного на сегодняшний день направления по работе с такими состояниями.



Рис. 1. Когнитивно-поведенческая терапия

Идея состоит в том, что психологические проблемы являются результатом нашего отношения к ним. Поэтому если изменить свои мысли, то это будет способствовать построению другой картины мира и улучшению текущего состояния человека. Woebot указывает на когнитивные ошибки, которые искажают наше мышление, подкрепив это примерами из жизни. Работа чат-бота может постоянно совершенствоваться на основе

самообучения. Достоинством является и то, что онлайн-психотерапевт на связи круглосуточно, без выходных.

Разработкой унифицированных протоколов лечения и доказательных моделей психотерапии и внедрение этих технологий в работу искусственного интеллекта вполне достижимый вариант, который позволит повысить доступность психологической помощи и снизить нагрузку на специалистов в области психологии и психотерапии.

Таким образом, между ИИ и когнитивной психологией двухсторонняя связь: ИИ создает новые возможности понимания познания человека, а понимание процессов мышления, памяти, восприятия человека дает толчок в развитии искусственного интеллекта.

### **Список литературы:**

1. Богатырева, Н. Л., Глушков, Д. Д. Перспективы внедрения информационных технологий в практику оказания психиатрической помощи и профилактики психических расстройств в ведомственной медицине // Молодой ученый. – 2019. – № 35 (273). – с. 24-26. – URL: <https://moluch.ru/archive/273/62222/> (дата обращения: 25.12.2020).

2. Цифровая психотерапия: как новые технологии меняют индустрию психологической помощи. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://posta-magazine.ru/article/digital-psychology/> (дата обращения: 25.12.2020).
3. Шукшина А.Ю. Применение искусственных нейронных сетей в медицинской диагностике // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 07-09 апреля 2020 г. – Саров: «Интерконтакт», 2020. – с.55-56.

## ОСОБЕННОСТИ WEB-РАЗРАБОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ REST-АРХИТЕКТУРЫ

**Волынкин В.А., Рябков А.В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Раньше для получения информации из БД, каждая часть web-сервиса должна была сама обращаться к ней. Однако в наше время почти все web-сервисы проектируются с использованием API (Application Programming Interface). Это программный интерфейс приложения, который позволяет нескольким программам взаимодействовать между собой. Этот интерфейс позволяет организовать работу приложения таким образом, что только он будет выполнять все запросы к БД, а пользователи будут взаимодействовать непосредственно с этим API и получать от него структурированные данные. В web-сервисах это все организовано с помощью HTTP методов (рис. 1).



Рисунок 1 Структурная схема серверной части web-сайта

Подход к построению API, который точно и четко прописан, и который основан на методах HTTP протокола, называется архитектурой REST. REST

(Representational State Transfer) — это ряд архитектурных принципов создания web-сервисов, который включает в себя способы передачи и обработки состояний по HTTP протоколу, между различными клиентскими приложениями. Одним из основных положительных моментов RESTful API является его доступность, так как для него не требуется никакого дополнительного ПО.

Данный метод построения web-приложений позволяет создавать модульную систему, которая будет обладать высокой производительностью и легко расширяема, и впоследствии, объединенная в одну систему с помощью API. Эта система будет очень динамична и позволит отвечать всем новым требованиям в сфере web-технологий.

### **Список литературы**

1. Новиков В.В. Прогрессивные веб-приложения // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 256-257.
2. Поскребышев Р.С., Тарасов В.Г. API на основе SOAP и REST // Молодые ученые - ускорению научно-технического прогресса в XXI веке. Сборник материалов IV Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием. Ижевск. 20-21 апреля 2016. – С. 404-410.
3. Архитектура REST [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://html-templates.info/blog/znakomtes-arhitektura-REST>

## **CFIHOS – СТАНДАРТ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

**Еремкина И. Г., Макарец А.Б.**

*Саровский физико-технический институт НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Современный подход к созданию сложных систем организации и управления деятельностью на предприятиях требует непрерывного развития четко структурированной стандартизации в сфере системной инженерии.

На сегодняшний день существует линейка стандартов [1], используемых в области системной инженерии, одним из которых является семейство стандартов ISO 15926. Но стабильный рост больших данных в целях повышения эффективности привел к появлению нового стандарта CFIHOS



Рисунок 1 – Этапы практического применения CFIHOS

(Capital Facilities HandOver Specification), разрабатываемого компанией Hexagon PPM. Разрабатываемый стандарт CFIHOS ориентирован на крупные корпоративные предприятия и по сути является практической реализацией стандарта ISO 15926.

Хотя стандарт CFIHOS на сегодняшний день находится на стадии разработки, реализация внедрения стандарта (рис. 1) на предприятиях уже демонстрирует положительную динамику в упрощении доступа систем к информации и увеличении скорости обмена информацией [2]. Существенную роль так же играет и повысившаяся совместимость ИТ-систем в рамках одной экосистемы. Так же стоит отметить, что практическое внедрение CFIHOS обеспечит хорошую практическую основу для определения стандартных требований к информации для управления жизненным циклом активов.

В настоящее время CFIHOS покрывает только обмен структурированной информацией и документами. После того как стандарт CFIHOS будет дополнен недостающими элементами, обнаруженными партнерами по проекту, он будет предложен в качестве стандарта ISO 15926-10X [3].

Подводя итог можно сказать, что CFIHOS представляет собой стандарт, в котором устанавливается на данный момент наиболее полная информация, необходимая владельцу компании для эксплуатации, технического обслуживания и модернизации производственных объектов. Стандарт стал большим шагом на пути к разработке принципиально нового семейства стандартов ISO 15926, которое сможет наиболее полно удовлетворять современным требованиям системной инженерии.

### **Список литературы**

1. Чернова А. М., Масликова М. Ю. Оценка качества программных средств на основе стандартов ГОСТ 28195, ISO 9126, ГОСТ 28806 // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 7-9 апреля 2020 г. / А.Г. Сироткина (отв. за выпуск). – Издательство: Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ" (Москва), 2020. – С.87-88.
2. Максимов Н. В., Широков В. И., Шаманин А. Ю. Подход к разработке онтологии для предметной области электроэнергетики на основании стандартов ISO 15926, IEC 61970 // Автоматизация процессов управления. – Научно-производственное объединение "Марс" (Ульяновск). 2019. № 2 (56). - С.59-66.
3. CFIHOS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fnvi.co.uk/2018/11/cfihos-capital-facilities-information-handover-specification-for-process-industries/>

## **ПРОБЛЕМАТИКА СТАНДАРТИЗАЦИИ ГЕОДАННЫХ ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

**Резайкин Ю. С.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В настоящее время отмечается взрывной рост информационных потоков. Во многих областях науки количество данных возрастает с каждым днем.

Причины этого в постановке новых экспериментов, проведении новых расчетов. При этом все результаты сохраняются для анализа. Количество хранимой информации растет. Отрасль геоинформационных технологий и систем не стала исключением из этого правила.

Стоит сказать и о том, что сама по себе индустрия ГИС относительно нова. Лишь в последние пару десятилетий, с развитием техники, произошел скачок развития геоинформационных технологий, стало возможным использование дистанционного зондирования, использование других научных достижений для уточнения и конкретизации данных. В связи с чем, количество располагаемой и используемой информации в отрасли растет невероятно быстро, что и порождает проблемы с её обработкой.

В современности ни одна индустрия не создается силами какого-то одного объединения. Всегда имеют место несколько групп участников, каждая из которых вводит свои правила, свои стандарты и свои нормы для хранения, обработки и взаимодействия с данными. Поскольку геоинформатика является новой отраслью, в ней отсутствуют общепризнанные определенности. В связи с этим, учитывая темпы роста накапливаемой информации, возникает одна из главных проблем – проблема в стандартизации собранных данных для их массового использования.

Данное явление представляет собой процесс, при котором каждая организация или научное объединение утверждает собственные, локальные стандарты оформления и хранения информации, в связи с чем, при развитии индустрии, растет проблема взаимодействия между формами хранения и форматами взаимодействия данных от двух и более организаций. Этот вопрос встает всё более остро с течением времени, а последствия подобного явления различны и сводятся в основном к сильному замедлению развития индустрии.

К счастью, геоинформатика не является первой отраслью информационных технологий, которая столкнулась с данной проблемой. К настоящему моменту уже существуют общие принципы для решения подобных ситуаций. Несмотря на то, что они всё же требуют конкретизации под специфику отрасли, это, несомненно, является хорошим подспорьем к дальнейшим действиям. К таким принципам относятся:

- Кооперация. Обмен данными должен происходить чаще для понимания необходимых критериев стандартизации.
- Утверждение. Организации должны придерживаться оговоренных принципов при работе с данными.
- Консенсус. Созданные стандарты не должны отягощать отрасль.
- Обоснование. Критерии стандартизации должны иметь под собой объективные причины выборки и принятия.

На сегодняшнем этапе развития геоинформационных технологий уже стоит проблема стандартизации геоданных для ГИС, но вместе с этим, начинают формироваться первые стандарты обращения с геоинформацией. Производится проработка правил хранения и обмена, а так же типизация информации в рамках индустрии. Многие научные объединения уже создают совместные обоснованные стандарты обмена информацией, закрепляя их между собой.

### **Список литературы**

1. Чикина М.В., Макарец А.Б. Тенденции развития геоинформационных систем и технологий // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-4 апреля 2019 г. / А.Г. Сироткина (отв. за выпуск). – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019. – С. 339-340.
2. Геоинформационные ресурсы. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://loi.sscs.ru/gis/formats/sharing2.htm>
3. Geographic information systems and big data [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.geo-tel.com/geographic-information-systems-big-data/>

## **ПРОБЛЕМАТИКА ОБЕЗЛИЧИВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ ЛОКАЛЬНЫХ ИНСТАЛЛЯЦИЙ HRM-СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЯОК**

**Рудаков Ф. С.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В 2018 году «Росатом» начал перевод 14 предприятий ядерного оружейного комплекса на HRM-систему, созданную на базе отечественной платформы. Базовый функциональный объем системы включает управление организационным построением, кадровый учет, планирование и учет рабочего времени, расчет зарплаты. В общей сложности проект охватит 14 предприятий ЯОК с численностью персонала порядка 90 тыс. человек.

Новую HRM-систему называют первым масштабным импортонезависимым продуктом, внедряемым в атомной отрасли. В перспективе развития ее функциональности – расширение возможностей в области управления карьерой и преемственностью, взаимозаменяемости специалистов, эффективности персонала: карты ключевых показателей эффективности, карьерные лестницы и многое другое.

Постоянно растущие требования информационной безопасности, стремление к унификации процессов управления персоналом в корпорациях, сложность HRM-систем и многие другие факторы ставят вопрос защиты персональных данных в категорию приоритетных.

Перед службой технической поддержки (СТП) HRM-системы, при взаимодействии с предприятиями, остро встает вопрос защищенности персональных данных сотрудников. При возникновении ошибок или вопросов по работе, предприятия направляют в техническую поддержку данные, которые необходимы для решения ошибок. Предприятия ЯОК являются режимными, что так же вносит определённые сложности в работу СТП. Из-за отсутствия возможности получения копий или доступ к локальным инсталляциям баз данных HRM-систем предприятий ЯОК, возникает ряд проблем:

- отсутствует возможность оперативной локализации ошибки;
- тратится значительное время на воспроизведение проблемных ситуаций;
- возникают ошибки, которые невозможно воспроизвести на базах СТП.

Обезличивание баз данных локальных инсталляций HRM-систем на предприятиях ЯОК, позволяет не только защитить персональные данные

сотрудников, но и оперативно решать службе технической поддержки вышеперечисленные проблемы.

### **Список литературы**

1. Приказ от 3 июля 2018 года N 1/700-П "Об утверждении политики Государственной корпорации по атомной энергии "Росатом" в отношении обработки персональных данных" [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/550855418>
2. Соловьев Т.Г., Федоренко Г.А. «Цифровое предприятие» - концепция комплексной автоматизации современного предприятия ядерно-оружейного комплекса // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов X всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 8-11 апреля 2016 г. / А.Г. Сироткина (отв. за выпуск). – Саров: изд. «Интерконтакт», 2016. – С.189-190.
3. Методические рекомендации по применению приказа Роскомнадзора от 5 сентября 2013 года N 996 "Об утверждении требований и методов по обезличиванию персональных данных" [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420281168>
4. Приказ от 5 сентября 2013 года N 996 "Об утверждении требований и методов по обезличиванию персональных данных" [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499043850>

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ SERVERLESS ПРИЛОЖЕНИЙ**

**Пантелеев А.С., Соловьев Т.Г.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Бессерверные (Serverless) технологии обеспечивают более простую среду для программирования, значительно упрощая использование облачных технологий, тем самым привлекая больше людей к его использованию. К данным технологиям относятся FaaS и BaaS, которые знаменуют собой важную веху в разработке облачного программного обеспечения. Это освобождает их от ручного управления и оптимизации, которые современные серверные технологии навязывают разработчикам приложений. Прогнозы развития использования бессерверных технологий говорят нам о стремительном росте, а также что локальные гибридные облачные приложения со временем будут сокращаться, хотя некоторые развертывания могут сохраняться из-за нормативных ограничений и правил управления данными. Бессерверные технологии станут обыденностью в эпоху облаков, в значительной степени, придя на замену серверным технологиям и тем самым закрыв эру клиент-сервер.

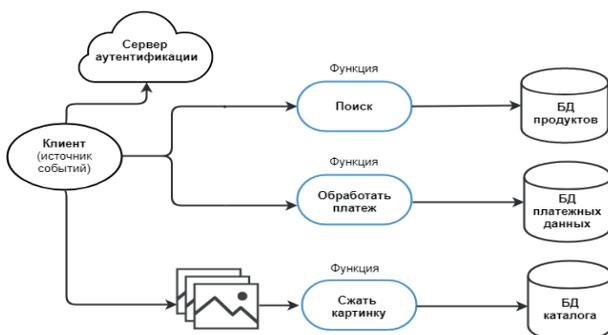


Рисунок № 1 Пример архитектуры Serverless приложения

Идея разработки без использования серверных мощностей заключается в подразделении приложения на микрозадачи. Каждой микрозадаче присваивается своя функция, а также назначается событие. Далее разработчик должен загрузить данные функции в консоль, предоставленную поставщиком облачных услуг и сопоставить их с источниками событий. Затем код будет выполняться по запросу в автоматически подготовленном для этого контейнере, а оплата взимается период его выполнения, что позволяет разработчику заниматься только разработкой приложения, а также соответственно сокращение срока времени выхода на рынок, а также автоматическое масштабирование под нагрузку. Минусом выступает время холодного старта приложения, короткое время жизни функции, а также то, что не все системы могут работать с использованием Serverless архитектуры. Часть приложений будут сохранять состояние и данные во время выполнения, другие останутся монолитными, при этом некоторые функции будут долгоживущими, но не смотря на все это, serverless архитектура имеет большое будущее.

### Список литературы

1. Дешко И.П., Кряженков К.Г., Тулинов С.В., Цветков В.Я. Основы Serverless. // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-8 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – 263-265.
2. Мархакшинов А.Л. Разработка бессерверных мобильных приложений // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-8 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – 263-265.
3. Бессерверные приложения: Архитектура, шаблоны и реализация в Azure [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/architecture/serverless/>

## АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ И ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗВИТИЯ КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Волынкин В. А., Коротков М. С., Богатырев В. О., Кузьева С. Р.  
*Саровский физико-технический институт НИЯУ МИФИ, г. Саров*

Кратный рост мощности вычислений действительно может далеко продвинуть науку, технику и современное общество на пути развития. Дело в том, что последние несколько десятков лет все самые существенные достижения человечества были связаны с развитием информационных технологий, которые базируются на вычислительной технике.

На протяжении 40 лет вычислительная мощность компьютеров росла экспоненциально. В среднем каждые два года количество транзисторов на кристалле увеличивалось вдвое, то есть выпускаемый процессор становился быстрее. Это эмпирическое наблюдение даже получило название закона Мура, в честь Гордона Мура, изначально сделавшего такое замечание.

Однако в последнее время аналитики в области ИТ стали скептически относиться к перспективам технологического сектора. Эксперты заговорили о приближении предела развития вычислительной мощности компьютеров, а значит сначала к замедлению, а потом и к стагнации потребления базирующихся на вычислительных технологиях устройств. В современном мире это почти все, начиная от смартфона или автомобиля и заканчивая зубной щеткой.

Развитие вычислительной мощности процессоров приблизилось к природному пределу. Существующие компьютеры выполняют задачи с помощью бинарных операций, оперируя нулями и единицами. Для этого им нужен транзистор, размеры которого в самых современных процессорах уже приближаются к размеру атома. Всё — меньше некуда. Поэтому все больше взглядов приковано в сторону квантовых компьютеров.

Квантовый компьютер (Рис. 1) — это вычислительное устройство, которое использует явления квантовой суперпозиции и квантовой запутанности для передачи и обработки данных. Квантовый компьютер (в отличие от обычного) оперирует не битами (способными принимать значение либо 0, либо 1), а кубитами, имеющими значения одновременно и 0, и 1. Теоретически, это позволяет обрабатывать все возможные состояния одновременно, достигая существенного превосходства над обычными компьютерами в ряде алгоритмов.

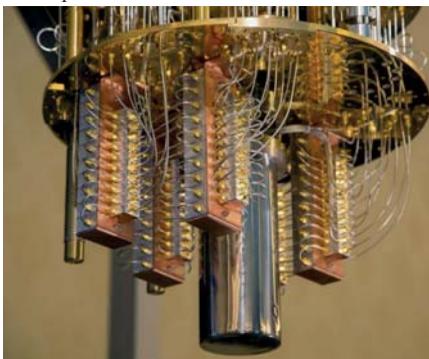


Рис. 1 150-кубитный квантовый компьютер

На данный момент множество компаний озабочены разработкой квантовых компьютеров. Наибольшего успеха в этом добились ученые из компании Google.

Им удалось создать и испытать компьютер нового поколения с мощностью,кратно превосходящей современные решения. В его основе лежит программируемый сверхпроводящий процессор Sycamore имеющий в себе 53 кубита и, который по утверждению сотрудников Google, может выполнить определенные вычисления за 200 секунд, на которые у мощнейшего суперкомпьютера Summit уйдет 10 000 лет. Однако на данный момент, представленный компанией Google, квантовый компьютер способен решать лишь одну задачу за раз.

Тестовая задача, на которой Google опробовал квантовую технологию, имеет непосредственное применение в создании сертифицируемых случайных чисел. Такая причина была выбрана по причине того, что квантовые компьютеры очень чувствительны к помехам и, при их возникновении, это не сильно сказалось бы на решении задачи. Другие применения могут включать оптимизацию, машинное обучение, химические исследования и материаловедение.

Однако данное достижение не означает, что можно выбросить обычный компьютер. Скорее, это просто открытие, которое приближает нас к практическому применению квантовой технологии. А пока мы лишь можем поиграть с ней и лучше понять, как ее применить в будущем.

### **Список литературы**

1. Попова В.А., Сахо А.О., Токарев В.А., Романова М.Д. Особенности отечественной криптографии в условиях внедрения квантовых методов криптоанализа // Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIV Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. - 2-8 апреля 2020 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2020. – С. 288-289.
2. Александр Ершов. Квантовое превосходство // Популярная механика. — 2018. — № 5. — С. 54—59.
3. Квантовый компьютер. Сайт "Википедия". [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Квантовый\\_компьютер](https://ru.wikipedia.org/wiki/Квантовый_компьютер)

## **АНАЛИЗ ПОМЕЧЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕДЕКЛАРИРОВАННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ**

**Коротков М.С.<sup>1,2</sup>, Заньков Е. С.<sup>1,2</sup>, Шкаев Р. С.<sup>1</sup>, Мурзин А. А.<sup>1</sup>, Красицкий А. Е.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Саров*

<sup>2</sup>*АО «РАСУ»*

Анализ помеченных данных (taint-анализ) - метод исследования программы путём внесения пометок и отслеживания их распространения по потокам данных. Данный метод относится к методам тестирования белого ящика [2].

Данная задача является одной из ключевых для информационной безопасности, так как именно с помощью нее обнаруживаются уязвимости, связанные с внедрением данных (внедрения в SQL, межсайтовый скриптинг, открытые перенаправления, подделка файлового пути и так далее), а также с утечкой конфиденциальных данных (запись пароля в журналы событий, небезопасная передача данных). То есть суть метода заключается в

отслеживании трассы исполнения входных данных до их конечного использования.

Целями проведения анализа помеченных данных являются:

- Отслеживание данных, полученных из недоверенных источников [1], если они оказывают непосредственное влияние на счетчик инструкций исполняемого кода, то такие данные следует признать небезопасными.
- Отслеживание чувствительных данных, то есть обнаружение распространения данных вне защищенного контура или их несанкционированного использования.

В основе существующих подходов к решению задач анализа потока управления и потока данных лежит предположение о том, что для исследуемой программы известны корректный граф потока управления — CFG (Control Flow Graph) и граф зависимостей программы — PDG (Program Dependence Graph). Неформально — CFG описывает поток управления, то есть возможный порядок исполнения инструкций, его вершинами являются операторы программы, а ориентированные связи между вершинами показывают допустимый порядок исполнения операторов. PDG описывает отношения зависимостей поданными управлению между операторами на множестве вершин CFG [3].

Из этого следует, что для проведения анализа необходимо задать следующие данные:

1. Источники помеченных данных, соответствующие модели угроз.
2. Правила распространения пометок.
3. Правила проверки уязвимости (потенциально опасные инструкции).

Наиболее из критичных уязвимостей, которые можно обнаружить при помощи анализа помеченных данных — это утечка конфиденциальных данных. Из этого возникает одна из задач информационной безопасности - предотвратить передачу данных, помеченных как «защищаемые» во вне системы (по сети) без их предварительного шифрования (при этом вопрос стойкости и корректности использования алгоритмов шифрования не рассматривается).

Примерами защищаемых данных могут служить:

1. Пароли в оперативной памяти
2. Файлы с чувствительными данными на диске
3. Генерируемые ключи шифрования

Источниками помеченных данных для этой цели могут быть чтение памяти по заданным адресам (пароли), вызовы функции чтения помеченных файлов, вызовы функций генерации ключей шифрования.

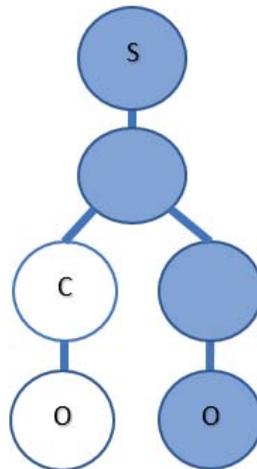


Рис. 1. Пример графа управления

Обнаружение возможных проблем с угрозой передачи незашифрованных данных решается посредством формальной задачи(рис.1).

Пусть  $G$  –граф зависимостей по данным.

Пусть  $S$  –множество вершин, соответствующих источникам помеченных данных

Пусть  $C$  –множество вершин, соответствующих вызовам функций шифрования

Пусть  $O$  –множество вершин, соответствующих отправке данных в сеть.

Требуется найти пути в графе  $G$ , которые ведут из вершин множества  $S$  во множество  $O$  и при этом не проходят через вершины множества  $C$ .

Если на выходе в одной из вершин  $O$  придут «окрашенные» данные, то трасса исполнения к данной вершине от вершины входных данных потенциально является уязвимостью. Проверка факта утечки осуществляется путем данных, отправленных по сети.

Для построения конкретных трасс исполнения требуется построить абстрактное синтаксическое дерево (abstract syntax tree, далее АСД). Для программного обеспечения, написанных на языке программирования С++построение АСД осуществимо при помощи программной среды LLVM. Для построенного АСД определяются входные интерфейсы и потоки управления, исходящие из них. Согласно правилам распространяются метки данных до выходных интерфейсов.

После оценки трассы исполнения делается вывод об наличии уязвимости.

### ***Список литературы***

1 ГОСТ Р 56939-2016 «Защита информации. Разработка безопасного программного обеспечения. Общие требования», утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 июня 2016 г. №458-ст.

2 Заньков Е.С., Коротков М.С., Романова М. Д. Практические методы исследования уязвимостей программного кода. Математика и математическое моделирование. Сборник материалов XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы. – 2-4 апреля 2019 г. – Саров: изд. «Интерконтакт», 2019 – С.32-33.

3 Тихонов А.Ю., Аветисян А.И. Развитие taint-анализа для решения задачи поиска программных закладок. Труды института системного программирования РАН. - Том 20, 2011 – С.9-24.

## **ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ MICROSOFT EXCEL**

**Кузнецов В. В., Денисова Н. А.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

При разработке 3D-моделей будущих изделий, конструктор должен не только следовать требованиям технического задания, но и уметь оценивать жизнеспособность своего проекта. Для этого мало знать геометрические особенности конструкции и свойства выбранного материала. Уже на этапе проектирования важно учитывать условия эксплуатации будущего изделия,

такие, как рабочее давление, температуру, вибрации, нагрузки, способ закрепления и др., то есть выполнять предварительный прочностной анализ. При этом, расчет на прочность, деформацию или тепловой расчёт вручную – сложный и длительный процесс, особенно если на эскизном этапе имеется несколько вариантов реализации проектируемого изделия, а само изделие имеет сложную конфигурацию.

Для упрощения данного вида конструкторской деятельности в САПР предлагаются программные приложения – библиотеки. Например, с целью упрощения и повышения производительности работы конструктора разработчиками КОМПАС-3D была внедрена системы прочностного анализа АРМ FEM, которая представляет собой интегрированный в КОМПАС-3D инструмент для подготовки и последующего конечно-элементного анализа трехмерной твердотельной модели детали или сборки.

Однако, для применения библиотек САПР необходимо знать алгоритм расчета, да и типоразмер детали/изделия, как правило, индивидуальный. Часто необходимо быстро определить размеры граничных нагрузок или количество конструктивных элементов, необходимых для обеспечения работоспособности изделия и т.п. В этом случае можно обратиться к существующим стандартным программам, известным широкому кругу пользователей, которые дают возможность составить программу для автоматизации и перевода расчетов в цифровой вид. Преимущество будет в том, что получаем не программный комплекс, а просто файл, который не нужно устанавливать и сертифицировать.

Для реализации требуемых расчетов, а также наглядного представления их результатов мы предлагаем использовать функции и возможности программного пакета Microsoft Excel, который позволяет разработать программы для автоматизации расчетов режимов резания для механической обработки различных поверхностей, прочностных расчетов и др. В данной работе показан пример такой программы для расчета прочности резьбовых соединений.

Программа позволяет быстро оценить прочность метрических резьбовых соединений (болта или шпильки с гайкой) диаметрами от 1,6 до 64 (мм) при статическом нагружении. Необходимые для вычислений зависимости, взяты из справочной литературы [1], [2], [3] и нормативно-технических документов. Приведен пример расчета резьбового соединения при растягивающая нагрузка без предварительной и последующей затяжки соединения в случае болта (шпильки), нагруженного осевой растягивающей силой. При этом предварительная и последующая затяжка соединения отсутствует, т.е. оно не является напряженным. К данной категории обычно относятся крепежные изделия, которые находятся под действием сил тяжести (например, резьбовой конец грузового крюка грузоподъемной машины, болты для закрепления проушин с роликами и др.).

### ***Список литературы***

1. Решетов Д. Н. «Детали машин» [Текст]. Учебник для студентов машиностроительных и механических специальных вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. М., Машиностроение, 1989 – 496 с.

2. Биргер И. А., Шорр Б. Ф., Иосилевич Г. Б. «Расчет на прочность деталей машин» [Текст]. Справочник. – 4-е изд., перераб. и доп. М., Машиностроение, 1993 – 640 с.
3. ПНАЭ Г-7-002-86 «Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» [Текст]. Госатомэнергонадзор СССР – перераб. и доп. Энергоатомиздат, 1989 – 525 с.

**СЕКЦИЯ  
«ШКОЛЬНАЯ СЕКЦИЯ»**

**ОЦЕНКА ПЕРОРАЛЬНОЙ ДОЗЫ**

**Грачев С.С.<sup>1</sup>, Байгулова А.А., Шиловская Е.С.<sup>1</sup>, Истомина Н.Ю.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
«Северский физико-математический лицей»,<sup>2</sup>Северский  
технологический институт НИЯУ МИФИ*

Многие жители выращивают ягоды и овощи на дачных участках. При расположении участка в районе влияния объекта атомной энергетики, возможно формирование индивидуальной пероральной дозы. Таким образом, задача по оценке пероральной дозы является актуальной.

Оценка пероральной дозы проводилась с учетом следующих допущений: 1) все выращенные на дачном участке продукты были употреблены в пищу; 2) удельная активность на поверхности дачного участка формируется долгоживущим радионуклидом Cs-137; 3) скорость миграции радионуклидов в почве гораздо выше, чем скорость их миграции в корнеплоды. Расчет годовой индивидуальной пероральной дозы проводился на основе методики [1]. При расчете индивидуальной пероральной дозы учитывался: дозовый коэффициент внутреннего облучения при заглатывании с водой или пищей Cs-137, [1]; удельная активность радионуклида на поверхности рассматриваемого дачного участка; суммарная масса продуктов, выращенных на участке за сезон; средняя площадь поверхности плода каждой группы продуктов; средняя масса плода каждой группы продуктов.

Удельная активность на поверхности участка определялась с помощью прогнозного расчета радиационной обстановки на территории расположения объекта ядерно-топливного цикла, проведенного с помощью программного комплекса «АРИА», разработанного в СТИ НИЯУ МИФИ [2]. Начальными данными для прогнозного расчета являлись: параметры источника, население территории расположения АЭС, годовая роза ветров Томской области, свойства радионуклидов. Нуклидный состав и суммарная годовая активность штатного поступления нуклидов в атмосферу были заданы на основе данных экологического отчета [3]. Расчет радиационной обстановки производился с привязкой к цифровой модели местности (ЦММ) района расположения объекта атомной энергетики. Пероральная доза рассчитывалась от поглощения следующих культур: картофель, морковь, кабачки, капуста, томаты, выращенные на открытом грунте. Площадь поверхности картофеля, томатов и капусты рассчитывалась по формуле площади поверхности сферы. Расчет площади поверхности моркови и кабачков проводился по формуле площади поверхности цилиндра. Средняя масса плода каждой группы продуктов была определена взвешиванием. Результаты расчетов были сопоставлены с внешней годовой индивидуальной дозой, а также с пределом годовой индивидуальной дозы норм радиационной безопасности для населения [4].

### **Список литературы:**

1. Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивные выбросы в биосфере: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 224с.
2. Носков М.Д., Истомин А.Д., Истомина Н.Ю., Чеглоков А.А. Геоинформационный экспертно-моделирующий комплекс «АРИА» для оценки последствий выбросов радиоактивных веществ в атмосферу // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011613014 от 14.04.2011.
3. THE 2019 ENVIRONMENTAL REPORT OF JSC “SCP” – Seversk, STATE ATOMIC ENERGY CORPORATION “ROSATOM” JOINT STOCK COMPANY “SIBERIAN CHEMICAL PLANT”, 2020  
Available at: [http://atomsib.ru/files/2020/ecology\\_report2019\\_en.pdf](http://atomsib.ru/files/2020/ecology_report2019_en.pdf) (accessed Feb 15, 2020) (in English).
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарные правила и нормативы. – М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 2009.– 234 с.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ВЕРШИН ЯЧЕЕК РАСЧЕТНОЙ СЕТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ПРУЖИННОЙ АНАЛОГИИ**

**Куканова Т.С., М.Н.Глазунова**

*МБОУ «Лицей № 3», г. Саров*

В настоящее время для описания различных физических процессов всё чаще используются методы математического моделирования. В большинстве из них область моделирования «разбивается» на многоугольники или многогранные небольшой величины, называемые ячейками. В этих ячейках ищется решение исходных математических уравнений, описывающих физический процесс. Совокупность ячеек, покрывающих область моделирования, называется расчетной сеткой.

При применении описанных методов весьма актуальными являются задачи, в которых границы области моделирования двигаются по заданному закону. При этом необходимо определить новое положение внутренних точек, для которого не происходит значительного искажения формы ячеек. Одним из способов решения данной задачи является использование метода пружинной аналогии, при котором ребра, соединяющие вершины ячеек, заменяются на пружины с заданной жёсткостью. В этом случае при движении вершин, расположенных на внешней границе области, положение внутренних вершин вычисляется из системы уравнений для изменения длины пружин.

Данная работа посвящена разработке математической постановки и программной реализации метода пружинной аналогии. Записаны уравнения для вычисления нового положения внутренних точек области. Реализована программа, позволяющая решать данные уравнения и визуализировать полученный результат. Результаты работы планируется использовать для развития программного модуля ЛОГОС-Тепло, предназначенного для определения температуры в твёрдых телах. Модуль ЛОГОС-Тепло входит в состав отечественного пакета программ ЛОГОС, предназначенного для численного моделирования процессов течения жидкости или газа,

нагрева/остывания твёрдых тел и анализа прочности конструкций. Пакет программ ЛОГОС разрабатывается во ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и используется при решении задач ключевых предприятий Российской промышленности.

#### **Список литературы:**

1. ANSYS Theory Reference, ANSYS Inc
2. FLUENT Theory Guide. Release 14.0. SAS IP, Inc
3. Самарский А. А., Вабищев П. Н. Вычислительная теплопередача. Изд. 2-е.- М.:Книжный дом "Либроком", 2009.
4. Дерюгин Ю. Н., Зеленский Д.К., Глазунов В.А. и др. Многофункциональный пакет программ ЛОГОС: физико-математические модели расчёта задач аэро-, гидродинамики и теплопереноса: Препринт. РФЯЦ-ВНИИЭФ – 111-2013. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2013.
5. Полежаев Ю. В., Юрьевич Ф. Б. Тепловая защита. - М. :Энергия, 1976.-392с.
6. Lin, T. J; Guan, Z. Q. ; Chang, J. H.; Lo, S. H. Vertex-Ball Spring Smoothing:An efficient method for unstructured dynamic hybrid meshes. Computers&Structures, vol. 136, 2014

### **МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ МОДУЛЬ**

**Волкова А., Волкова С. Н.**

*МБОУ «Сар – Майданская средняя общеобразовательная школа», с. Сар – Майдан*

Модуль – одна из самых интересных и многогранных тем в математике. Это понятие широко применяется в различных разделах школьного курса. В теории приближённых вычислений, в механике, в геометрии изучаются понятия вектора, одной из характеристик которого служит его длина (модуль вектора), т. е. его абсолютная величина. Изучив материалы экзаменационных работ ГИА, я заметила, что многие из них содержат задания с модулем, но эти задачи либо мало, либо вообще не представлены в учебниках математики школьного курса. Считаю, что эта тема требует более глубокого исследования, так как она прослеживается в различных заданиях повышенной сложности, которые предлагаются учащимся авторы дидактических материалов, в задачах математических олимпиад и заданий ЕГЭ. Поэтому на сегодняшний день тема решений уравнений, содержащих модуль, различными способами является актуальной.

Проведенный опрос среди выпускников 9 и 11 классов после написания пробного ОГЭ и ЕГЭ показал, что у учащихся довольно низкий уровень знаний по теме.

**Проблема:** ученик, столкнувшись с заданиями содержащие знак модуля, либо вообще не берется за их выполнение, либо выполняет их неверно.

**Гипотеза:** я считаю, что знаний школьного курса математики недостаточно для решения заданий, содержащих знак модуля.

**Цель:** исследовать методы решения уравнений, содержащих знак модуля.

Для этого необходимо решить следующие **задачи:**

- ✓ подобрать теоретический материал, связанный с уравнениями, содержащие переменную под знаком модуля;
- ✓ исследовать различные методы решений уравнений, содержащие знак модуля;
- ✓ научиться находить и анализировать информацию;
- ✓ расширить кругозор, разобрав более сложные задания.

**Объект исследования:** уравнения, содержащие знак модуля;

**Методы** проведенных исследований:

1. Анализ литературы по проблеме исследования.
2. Решение заданий на уравнения, содержащие знак модуля.
3. Анализ и обработка результатов исследования.

**Выводы:** Изучение уравнений, содержащих переменную под знаком модуля, обязательно и важно в курсах школьной математики, так как примеры, в которых содержатся уравнения, содержащие переменную под знаком модуля, встречаются в заданиях ЕГЭ, не только в составе уравнений, содержащих переменную под знаком модуля, но и в системах смешанных уравнений, и при решении уравнений с параметром. Использование различных методов для решения уравнений, содержащих абсолютную величину, приводит не только к повышению интереса к математике, но и повышению творческой активности обучающихся, и повышению уверенности в собственных силах, так как у нас имеется возможность выбора того способа решения, который наиболее эффективен в каждом конкретном случае.

#### **Список литературы:**

1. В.Голубев, Школа решения нестандартных задач. Занятие 5. Сумма модулей//Математика № 12, 2005 с.41–48.
2. Куланин Е.Д., 3000 конкурсных задач по математике/ Куланин Е.Д., Норин В.П., Федин С.Н., Шевченко Ю.А. --- 10-е изд. --- М.: Айрис-пресс, 2007. --- 624с.
3. Материалы ГИА.
4. Д. Гущин, Мощное решение. Уравнения и неравенства с модулями //Учительская газета №39.
5. Севрюков П.Ф., Смоляков А.Н. Уравнения и неравенства с модулями и методика их решения. М.: 2005. — 112 с.

### **ЭФФЕКТ МПЕМБЫ**

**Блохин К.М., Волков А.С.**

*МБОУ «Нарышкинская СОШ», с. Нарышкино*

Многие люди считают, что открытие какого-либо научного явления является результатом долгих и тщательных экспериментов, исследований, проводимых учёными. Но это не всегда так. Случается, что какое-либо явление сначала устанавливается и только потом начинают искать объяснение. Порой даже бывает, что эффект открывают простые люди, при этом совершенно случайно для себя, а учёные, узнавая об этом, долго не могут найти объяснение. Примером такого случая может служить эффект Мпембы, открытый обычным танзанийским школьником, выполнявшим практическую

работу по кулинарному делу. Он обнаружил, что горячее молоко застыло в холодильнике быстрее холодного. Затем мальчик поэкспериментировал с водой и выдвинул предположение, что горячая вода замерзает быстрее, чем холодная. Это удивительное свойство воды известно с древних времен, но точного объяснения ученые не могут найти до сих пор.

**Объект исследования:** вода.

**Предмет исследования** – способность горячей и холодной воды замерзать с различной скоростью.

**Гипотеза:** горячая вода замерзнет быстрее холодной.

**Цель:** На основе результатов эксперимента показать, правда ли, что горячая вода замерзает быстрее холодной на морозе.

Для этого необходимо решить следующие **задачи:**

- Изучить материал по теме «Эффект Мпембы» используя интернет, дополнительную литературу.
- Изучить свойства воды.
- Изучить процесс охлаждения и замерзания.
- Исследовать зависимость скорости охлаждения воды от различных параметров.
- На основании работы сделать выводы.

**Вывод:** «Эффект Мпембы» действительно существует. Некоторые ученые не считают этот парадокс заслуживающим внимания. А другие, в свою очередь, пытаются объяснить это явление с помощью все новых и новых знаний о строении и свойствах воды, полученных в последние годы. Однако это очень интересно, что простой школьник добился признания физического эффекта и получил популярность из-за своей любознательности и настойчивости.

### ***Список литературы***

1. Время жить. Волшебная сила воды: Сборник. СПб.: Лейла, 1998.
2. Куруськина, М. Загадки и тайны: Энциклопедия. Серия: Хочу знать. Ростов на Дону: Издательский дом "Проф-Пресс", 2015.
3. Филип Болл, Глядя в замёрзшую воду: Physics World, Апрель 2005.
4. Эрик Роджерс, Физика для любознательных (т. 1,2), Москва, «Мир», 1972 г.
5. И.Г. Кириллова, Книга для чтения по физике, Москва, «Просвещение», 1986г.

### ***Интернет - источники:***

1. <http://interesko.info/interesno-o-vode-effekt-mpemby/>
2. <http://www.newtheory.ru/physics/effekt-mpembi-t3874.html>
3. <http://www.newtheory.ru/physics/effekt-mpembi-t3874.html>

## **ПРОГРЕССИИ В НАШЕЙ ЖИЗНИ**

**Коншина А., Таратынова Л.И.**

*МБОУ «Сар – Майданская средняя общеобразовательная школа», с.Сар – Майдан*

В настоящее время актуальным вопросом становится проблема соотношения, изучаемого в школьном курсе математики, материала с жизнью. Изучив в курсе алгебры 9 класса тему «Арифметическая и геометрическая

прогрессии», меня заинтересовало, имеет ли это, какое - либо практическое значение и как давно люди знают последовательности, как возникло это понятие?

В средствах массовой информации часто можно услышать: «...увеличивается (уменьшается) с геометрической (арифметической) прогрессией...». В заданиях ОГЭ встречаются задачи на применение основных формул прогрессий, в ЕГЭ по математике также есть задачи на применение арифметической и геометрической прогрессий. Поэтому я решила проверить, в каких жизненных ситуациях можно применить знания о прогрессиях?

**Цель:** выяснить, какое место в нашей жизни имеют арифметическая и геометрическая прогрессии, установить картину возникновения понятия прогрессии и выявить примеры применения.

Для этого необходимо решить следующие **задачи**:

- ✓ изучить теоретические сведения по данному вопросу;
- ✓ проанализировать тексты задач на прогрессии из учебников и задачников для средней школы;
- ✓ расширить кругозор, разобрав более сложные задания;
- ✓ научиться находить и анализировать информацию.

**Объект исследования:** последовательности, арифметическая и геометрическая прогрессии.

**Методы** проведенных исследований:

1. Анализ достоверных источников информации по проблеме исследования.
2. Сравнение различных сведений, касающихся исследования.
3. Решение заданий на применение арифметической и геометрической прогрессий.
4. Систематизация и обработка результатов исследования.

Сделав анализ задач на прогрессии с практическим содержанием, убедилась, что прогрессии встречаются не только на страницах учебников математики, но и при решении задач в медицине, в строительстве, в живой природе, в спортивных соревнованиях, в банковских расчетах и в других жизненных ситуациях. В ходе работы был получен исчерпывающий ответ на главный вопрос, поставленный в начале проекта.

В результате работы по данной теме я еще раз убедилась, что математика является помощником человека на пути познания законов природы и человеческого общества.

### ***Список литературы***

1. Глейзер Г. И. История математики в школе. – М.: Просвещение, 1982 г.
2. Коцагина М.Н. Математика: 9 класс: Подготовка к «малому ЕГЭ». – М.: Эксмо, 2007 г.
3. Пичугина Л.Ф. За страницами учебника алгебры. Книга для учащихся 7-9 классов средней школы. – М.: Просвещение, 1990 г.
4. Фаддеев Д.К., Ляшенко Н.Н., Никулин М.С., Соколовский И.Ф. Задачи по алгебре для 9 класса. М.: Просвещение, 1988 г.
5. Учебники по алгебре для 7, 8, 9 классов Колягина Ю. М.. - М.: Просвещение.
6. Материалы ГИА и ЕГЭ.

## ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ И ВИДОВОЙ СОСТАВ ПАТОГЕНОВ В ПАРКАХ ГОРОДА САРОВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Луковкин В.Р.<sup>1</sup>, Макеева М.А.<sup>2</sup>, Якунькова Е.Е.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>МБОУ «Лицей № 3», г. Саров

<sup>2</sup>МБОУ ДОД «Станция юных натуралистов», г. Саров;

В г.Саров сохранились парковые насаждения на урбанизированных территориях. Городские парки после проведения реконструкционных работ могут стать перспективными объектами рекреации. Чтобы грамотно планировать реставрационные работы, оптимизировать структуру и функции земельных насаждений, необходима детальная оценка их состояния, в том числе и энтомофитопатологическая, и определение таксономического состава культурной дендрофлоры.

**Цель исследований:** определение фитопатологической оценки древесных посадок, идентификация видового состава возбудителей болезней и вредителей древесных растений в городских парках Сарова.

### **Задачи:**

1. определить таксономический состав культурной дендрофлоры;
2. определить экологическое состояние городских парков;
3. выявить видовой состав болезней и вредителей дендрофлоры городских парков;
4. дать фитопатологическую оценку дендрофлоры в городских парках.

Исследования проводили в 2019 –2020 годах в Сарове, в городских парках. Учитывали фитопатогенные организмы на старых деревьях и на поросли вокруг. Использовали фитоценотический метод с изучением флор стационарных участков. С помощью шнура закладывали участки площадью  $S = 100 \text{ м}^2$ . Сбор и гербаризация растений осуществляли по разработанной методике (Скворцов,1987) [9]. Травянистые растения выкапывали, стараясь не повредить корневые системы, закладывали в пресс и высушивали в тени в проветриваемом помещении. Газетные рубашки меняли ежедневно. Видовую принадлежность растений устанавливали по гербарным образцам с помощью определителей (Маевский, 2006.) [5]. Для биомониторинга над древесной растительностью использовали **индекс Симпсона**. Всего обследовано 25 видов древесных и кустарниковых растений, на которых выявлено 50 возбудителей болезней и 24 вредителя.

### **Выводы:**

1. Индекс Симпсона в парке культуры и отдыха им П.М.. Зернова равен 5, а в детском парке всего 1,25. Это говорит о большем видовом разнообразии именно в парке культуры и отдыха им Б.Г.Зернова.
2. Вредители наиболее активны на иве, клене и тополе. Но их развитие в пределах порога вредности, не выше 7,0%.
3. В целом фитопатологическом отношении состояние парков удовлетворительное, они пригодны для проведения реставрационных работ по их оптимизации.

### **Список литературы:**

1. Бондарцева М.А. Определитель грибов России. Порядок афиллофорвые / М.А.Бондарцева. – СПб.:Наука,1998. – Вып.2. – 391 с.
2. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений: В 3-х т./Под общ. Ред. В.П.Васильева. – 2-е изд., испр. И доп. – Т.3. Методы и средства борьбы с вредителями, системы мероприятий по защите растений /Ред. тома В.П. Васильев, В.П. Омелюта. – К.:Урожай,1989. – 408 с.
3. Дудка И.А. Методы экспериментальной микологии. Справочник /И.А.Дудка, С.П. Вассер, И.А. Элланская. – Киев:Наукова думка,1982. – 550 с.
4. Журавлев И.И. Определитель грибных болезней и кустарников /И.И. Журавлев, Т.Н.Селиванов, Н.А.Черемисинов. – М.:Лесная промышленность,1979. – 247 с.
5. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. — 10-е исправленное и дополненное издание. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. — С. 2—12. — 600 с.
6. Мельник В.А. Определитель грибов России. Класс Nephromycetes /В.А. Мельник.. – СПб.:Наука,2000. – 371 с.
7. Поликсенова В.Д. Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов. Метод. Указания к спецпрактикуму для студентов IV курса биол. Фак. Спец. 1-31 01 01 "Биология" /В.Д. Поликсенова, А.К. Храмов, С.Г.Пискун. – Мн.:БГУ,2004. – 38 с.
8. Ролл-Хансен Ф. Болезни лесных деревьев /Ф.Ролл-Хансен, Х.Ролл-Хансен/Под ред. В.А.Соловьева. – СПб.:СПб.ЛТА,1998. – 120 с.
9. Скворцов А. К. Усовершенствование метода сушки растений для гербария // Ботан. журн. 1967. Т. 52, № 7. С. 975–978.
10. Черемисинов Н.А. Грибы и грибные болезни деревьев и кустарников. Справочное пособие по определению грибов по растениям-хозяевам/Н.А.черемисинов, С.Ф.Негруцкий, И.И.Лешковцева. – М.:Лесная промышленность,1970. – 392 с.
11. Федоров Н.И. Лесная фитопатология. Учеб. Для студентов специальностей "Лесное хозяйство", "Садово-парковое строительство" / Н.И. Федоров. – Мн.: БГУ,2004. – 462 с.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЧЕТКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ГРАФИЧЕСКИХ ФАЙЛОВ В MATHCAD**

**И.А. Зубанков<sup>1</sup>, А.В. Зубанков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>МБОУ «Школа №10», г.Саров

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт НИЯУМИФИ, г.Саров

Физическое и математическое моделирование в экспериментальной и вычислительной динамике представляют собой динамически развивающиеся отрасли, тесно связанные с прогрессом измерительной и вычислительной техники, а также систем автоматизации различных экспериментов и созданием пакетов прикладных программ.

Разрабатываются концепции, методы и средства визуального представления результатов физического и математического моделирования задач в различных областях.

Комбинированный подход к созданию иллюстраций (геометрические методы, методы визуализации особенностей и текстурные методы) с привлечением методов, разработанных в традиционной иллюстративной графике, и методов цифровой обработки изображений обладают большим потенциалом не только для придания графической выразительности сценам визуализации, но и для проведения полного и достоверного анализа результатов физического и математического моделирования сложных процессов [1].

В последние годы значительно повысился интерес к проблемам статистической обработки случайных полей, то есть случайных функций нескольких переменных. Это объясняется тем, что описание сигналов и помех с помощью пространственно-временных случайных процессов позволяет приблизить математические модели к реальным помеховым ситуациям в самых различных информационных системах. Получение достаточного объема информации в натуральных экспериментах довольно сложно, дает неточные вероятностные характеристики изображений и требует значительных затрат. Особенно остро проблемы стоят в задачах, требующих не только правильного извлечения информации и регулярно поступающего материала, но и анализа изменений.

Внедрение цифровых технологий в методы регистрации изображений полей течений и развитие способов представления данных математического моделирования позволяет проводить прямое сравнение результатов физической и численной визуализации. Сравнение результатов физической и численной визуализации требуется для подтверждения и интерпретации наблюдаемых физических явлений, а также для тестирования используемых математических моделей [2].

В настоящей работе приведены результаты эффективного решения задачи обработки изображений и их математическая постановка, которая включает в себя модель изображений как объекта исследования. Рассмотрен способ обработки графических файлов методом изменения интенсивности пикселей.

#### ***Список литературы***

1. Знаменская И. Взаимодействие численной и экспериментальной визуализации потоков // Научная визуализация. 2013 Т.5, №3. С 1-16, Pagendarm H/G/, Post F.H. Comparative visualization – approaches and examples // Visualization in Scientific Computing / M. Gobel, H. Muller, B. Urban. Springer, 1995. P. 95-108.
2. Бондарев А.Е., Галактионов В.А., Четкин В.М. Научная визуализация в задачах вычислительной механике жидкости и газа // Научная визуализация. 2010. Т. 2, №4. С. 1-26.

### **ПРИРОДНОЕ ЯВЛЕНИЕ - МОЛНИЯ**

**Штода Р.О., Гришина А.К.**

*МБОУ «Нарышкинская СОШ», с. Нарышкино*

Многие до сих пор не знают, как образуются молнии, да и «Что такое молния?» не всем известно. «Какие бывают виды молний?», «Как человек, совершая какую-либо деятельность, может вызвать молнии?» - вот одни из самых задаваемых вопросов. Поэтому мы решили рассмотреть данные вопросы в этой работе.

Цель работы: выяснить, что такое молния и как она образуется.

Для достижения поставленной в работе цели мы выдвинули следующие задачи:

1. Найти, изучить и проанализировать необходимую информацию по данному вопросу.
2. Узнать, что такое молния.
3. Рассмотреть виды молний.
4. Рассмотреть существующие мифы и факты о молниях.

#### **Список литературы**

1. А. М. Анпилов, Э. М. Бархударов, В. А. Копьев, И. А. КосыйСтатья "Удар атмосферного электрического разряда о водную поверхность" в материалах совещания: "Физика атмосферы: электрические процессы, радиофизические методы исследований". Типография Института прикладной физики РАН.
2. Статья "Молния" из Энциклопедического словаря Ф.А. Брокгауза и Ефрона И. А. (1896 г., том XIX).
3. Статья «Молния» из газеты «Экспресс газета» № 32(445).
4. <http://globalscience.ru/article/read/18118/> - Мифы и факты о молнии.
5. <http://terramia.ru/prirodnye-yavleniya/molniya-foto-i-interesnye-fakty/> - Молния – фото и интересные факты
6. [http://www.wolfnight.ru/forum/forum\\_theme.php?theme=649&page=1](http://www.wolfnight.ru/forum/forum_theme.php?theme=649&page=1) – Шаровая молния.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ИНДУКЦИОННЫЙ ДАТЧИК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ВОЗДУШНОГО ЗАЗОРА**

**И.А. Зубанков<sup>1</sup>, А.В. Зубанков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>МБОУ «Школа №10», г.Саров

<sup>2</sup>Саровский физико-технический институт НИЯУМИФИ, г.Саров

Приборов детектирования и измерения параметров магнитного поля достаточно много, отчего они используются во многих сферах как чисто технических, так и бытовых. Эти детекторы используются в системах, связанных с задачами навигации, измерения угла поворота и направления движения, определения координат объекта, распознавания «свой - чужой» и т. д.

Широкая область применения таких датчиков требует использования различных свойств магнитного поля для их реализации.

Индукционные датчики относятся к генераторному типу датчиков. Конструкции и назначения таких датчиков различны. Они могут использоваться для определения параметров переменных и стационарных магнитных полей.

Принцип работы индукционных датчиков заключается в регистрации электродвижущей силы (ЭДС), возникающей в катушке индуктивности при приближении к ней магнита или внесении её в магнитное поле. Физические явления здесь строго подчиняются закону электромагнитной индукции. К достоинствам данного типа датчиков можно отнести простоту и прочность конструкции, отсутствие скользящих контактов, работу без источника питания и значительная чувствительность.

Индукционный датчик не требует механического воздействия и работает бесконтактно за счет изменения электромагнитного поля.

В работе представлены результаты математического и численного моделирования по исследованию индукционных датчиков. Показано, что результаты, полученные в результате двух методик, находятся в хорошем соответствии.

### ***Список литературы***

1. Герасимов С.И., Зубанков А.В., Кикеев В.А. Анализ работы индукционных датчиков на ракетном треке при скоростях более 6М // Журнал Датчики и Системы. 2018. №10. С. 27-33.
2. Герасимов С.И., Зубанков А.В. Индукционный датчик для запуска регистрирующей аппаратуры // Журнал Приборы и техника эксперимента. 2019. №3. С. 38-40.

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В БЫТУ**

**Тишкина А.А., Гришина А.К.**

*МБОУ «Нарышкинская СОШ», с. Нарышкино*

Актуальность темы состоит в необходимости **эффективного использования энергии как ключа к успешному решению экологической проблемы.**

Цель: определить способы рационального использования электроэнергии в домашних условиях.

Гипотеза исследования: раскрытие особенностей энергосберегающих бытовых приборов позволит сформировать личностное мнение о необходимости их применения в быту.

Методы исследования: Анкетирование, сбор информации, эксперимент, сравнительный анализ, систематизация материала

Исследовательская база – наша квартира.

### ***Список литературы***

1. <http://www.led-ufa.ru/2009-11-05-04-31-45/388-lampa-vsyo-o-lampax-vidy-lamp.html> Информация о лампах накаливания
2. Кригер Александр Владимирович, «Энергосберегающие лампочки: всё за и против» <http://portfolio.1september.ru/>
3. Трефилова Раиса Поликарповна, «Энергетический патруль в школе и дома» <http://portfolio.1september.ru/>

4. Я, будущее и энергия: методическое пособие по курсу предпрофильной подготовки учащихся основной школы / Г.М. чан, О.Г. Пермякова, Л.Г. Кондрашова и др. – Владивосток: Дальнаука, 2010.

## **АПРОЦЕСС КАПЛЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ СТОЛКНОВЕНИИ ТВЁРДОГО ТЕЛА С ПОВЕРХНОСТЬЮ ЖИДКОСТИ.**

**Анашкина А.А.<sup>1</sup>, Саушкина А.Р.<sup>1</sup>, Родионов А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>МБОУ «Лицей № 3», г. Саров

<sup>2</sup>ФГУП «РФЯЦ ВНИИЭФ», г.Саров

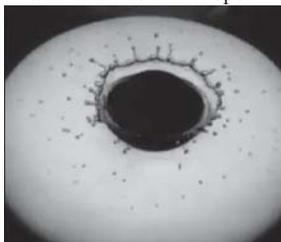
Исследование процесса каплеобразования при падении твёрдого тела в жидкость интересно как с фундаментальной точки зрения, так и с точки зрения возможных приложений. Например, процесс формирования мелких брызг очень важен с точки зрения многих процессов химической технологии, основанных на работе с аэрозолями, а также для предотвращения распространения токсичных жидкостей. Разработанная модель поможет описать многие процессы, которые происходят с жидкостями в технологических и природных условиях, в том числе связанные с движением капель.

Целью данной работы является экспериментальное изучение процесса каплеобразования при падении шарообразного тела в жидкость, а также попытка построения расчётной модели явления.

Исследование проводилось на установке, состоящей из резервуара высотой 28,5 см, шириной 20 см, длиной 39 см и системы подсветки, состоящей из двух светодиодных ламп и прожектора для создания контраста шарик-фон. Для лучшей воспроизводимости экспериментов создана специальная системы сброса; максимальная высота сброса 100 мм. Рабочей жидкостью в этом исследовании была дистиллированная вода. Это гарантировало, что её физические свойства не изменялись на протяжении всей серии измерений. Чтобы увеличить точность измерений применена видеорегистрация движения шара, которая осуществляется видеокамерой. Раскадровка видео-файла осуществляется с помощью программы VirtualDub. В работе используются несколько видов шаров: шершавый и гладкий, диаметром 25 мм.

Известно, что при определённых скоростях при столкновении шарообразного тела с жидкостью происходит образование «короны» - конусообразного слоя жидкости, разлетающейся по касательной к поверхности шарика. Образование короны может приводить к развитию неустойчивостей и распаду на отдельные капли. Ввиду того, что процесс формирования «короны» до сих пор оставался плохо изученным, именно он является главным объектом исследования в настоящей работе. После проведения экспериментов оказалось, что во всех случаях, когда жидкость можно рассматривать как идеальную, происходит образование неравномерной по толщине плёнки. Из-за неоднородности толщины плёнки жидкость в ней двигается под действием инерции, сил трения и поверхностного натяжения таким образом, что неоднородность толщины растёт, что в конечном итоге и приводит к образованию брызг.

Проведённые эксперименты помогли определить зависимость количества вторичных капель от высоты сброса, скорости движения капель от их размера и числа капель от их скорости.



*Процесс распада «короны» при падении шарика  
с высоты 40 мм*

#### **Список литературы:**

1. Y.Wang et al./ Physical Review Letters, 2018
2. В.А.Архипов, В.Ф.Трофимов .«Образование вторичных капель при ударном взаимодействии капли с поверхностью жидкости».
3. Александр Дубов. «Механизм распада капли на брызги»
4. Georgios Charalampous and Yannis Hardalupas. Collisions of droplets on spherical particles
5. В.В.Майер. «Кумулятивный эффект в простых опытах».

## **СОЗДАНИЕ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ МОЙКИ ВОЗДУХА**

**Баканова В.В., Якунькова Е.Е.**

*МБОУ «Лицей № 3», г. Саров*

Загрязнение воздуха – экологическая проблема. Загрязнение воздуха может быть физическим, химическим и биологическим.

Если естественные источники загрязнения воздуха от человека не зависят, то источники, созданные человеком, необходимо минимизировать.

В связи с этим интерес представляют очистители воздуха: с точки зрения минимизации вреда экологии и с точки зрения устранения вреда уже загрязненного воздуха для здоровья человека.

Работа посвящена такому прибору как мойка воздуха.

Практическая значимость работы состоит в том, что данный прибор можно использовать в домашних условиях для очистки и увлажнения воздуха, в школе для демонстрации на уроках экологии, что будет способствовать лучшему усвоению учащимися материала по данному вопросу.

Методы исследования: анализ литературы; материальное моделирование, конструирование; экспериментальные методы исследования; анализ, обобщение, дедукция, индукция.

Цель работы: изучение устройства мойки воздуха.

Практическая цель работы: создание функционирующей модели мойки воздуха.

Основные задачи: изучить устройство и принцип действия мойки воздуха; создать функционирующую модель мойки воздуха в домашних условиях.

Проделанная практическая работа позволила собрать модель мойки воздуха и опробовать ее работу. Исследования работы собранной модели доказали ее успешность.

Проведя исследование, сделаны следующие выводы:

1. Собрать работающий прототип мойки воздуха реально.
2. Использование мойки воздуха имеет перспективы для домашнего применения.
3. Мойки воздуха способны помочь сохранить здоровье человека.

Полученные в ходе исследования результаты позволяют считать поставленные задачи решенными, цель исследования достигнутой.

#### **Список литературы:**

1. drive2.ru [Электронный ресурс] / тематические коллективные блоги. – 2020- Режим доступа: <https://www.drive2.ru/c/466708877082100706/>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Habr.com [Электронный ресурс] / тематические коллективные блоги. – 2006-2020- Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/161001/>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Википедия [Электронный ресурс] / свободная энциклопедия. – 2000-2020 Wikipedia- Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Методы анализа загрязнений воздуха / Ю.С. Другов, А.Б. Беликов, Г.А. Дьякова, В.М. Гульчинский, - М.: Химия, 1984. 394с
5. Проектирование аппаратов пылегазоочистки: учебное пособие / М.Г. Зиганшин, А.А. Колесник, В.Н. Посохин, - М.: Экспресс-3М, 1998. 255с.

### **УМНЫЙ КУРЯТНИК**

**Седохин А.С, Якунькова Е.Е.**

*МБОУ «Лицей № 3», г. Саров*

Наша семья очень заинтересовалась тем, что можно содержать кур в дачных условиях, какие приспособления можно придумать для ухода за домашними птицами. Проехав по интересующим нас некоторым магазинам, проанализировав на различных сайтах примерную стоимость материалов, мы приняли решение попробовать самим изготовить инкубатор, вывести цыплят, а также купить молодых кур и создать для них комфортные условия проживания в курятнике. Если наш проект окажется экономически выгодным и эффективным, то мы сможем рекомендовать его своим родственникам.

#### **Цель работы:**

1. Обеспечить оптимальные условия для содержания кур;
2. Вырастить птенцов в домашних условиях.

#### **Задачи работы:**

1. Изучить литературу по данной теме;
2. Изучить условия содержания и ухода за курами;
3. Проверить на практике эффективность правильного ухода для жизни и развития кур;
4. Изготовить инкубатор;
5. Изучить условия содержания и ухода за птенцами;

6. Проследить за процессом выведения птенцов;

7. Проанализировать полученные результаты.

**Гипотеза:** Если оптимизировать уход за домашней птицей, то они будут жить долго и развиваться правильно.

Мы выделили 7 основных критериев, по которым можно упростить весь процесс: умная кормушка, умная поилка, умное электричество, умный яйцесборник, умное тепло, умная зернодробилка, умный инкубатор.

Закончив с основными условиями, которые нужны для правильного содержания птицы, мы задумались о том, как развести перепелов в домашних условиях. Мы решили изготовить инкубатор самостоятельно: начертили эскиз, разметили на листе пенопласта необходимые размеры и нарезали. Склеили заготовки при помощи термоклея, швы изолировали скотчем. Внутри короба по углам сделали стойки и перегородку с кулером для циркуляции и нагрева воздуха. На стойки положили металлическую сетку, а на неё перфорированный резиновый коврик. Это будет являться дном для яиц. Сделали крышку, установили датчик температуры, подключили провода, запрограммировали Ардуино-контроллер в нужный нам режим и запустили прибор в действие. В процессе наладки выявили все ошибки и недостатки и устранили их путём корректировки программы. Для удобства наблюдения за яйцами, в крышке инкубатора мы установили оргстекло.

Процесс выведения птенцов занимает 21 день. Т.к. яйца мы заложили 4 марта 2020, то ожидали прибавления 25 марта 2020. Птенцы начали вылупляться немного позже намеченного срока, а именно 27 марта 2020. Средняя смертность при инкубации составляет около 20%. У нас, ввиду нашего первого опыта, получилось 30%. Из 10 шт. вывелось 7.

**Заключение.** Наши приспособления действительно облегчили процесс ухода за курицами, они хорошо переживали, всю зиму несли яйца.

#### **Список литературы:**

1. <https://zen.yandex.ru/kurochka>
2. <https://zen.yandex.ru/voronov>
3. <https://zen.yandex.ru/id/5bf64572cd1ead00ae3831da>
4. <https://felisov.ru/>
5. <https://www.inkubator-inkubator.ru/>
6. Домашнее инкубирование. Практическое руководство. Оренбург, 2016

## **БЫСТРОЕ И ТОЧНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ КАЧЕСТВА ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

**Деркач Д.В.<sup>1</sup>, Деркач В.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>МБОУ «Гимназия №2», г.Саров

<sup>2</sup>ФГУП «РФЯЦ ВНИИЭФ», г.Саров

**Цель работы:** Разработать новую методику измерения качества (в том числе кривизны, неровностей, неравномерности материала) оптических элементов.

В данной работе предлагается инновационный метод измерения качества оптических элементов, основанный на исследовании и построении волновых фронтов.

Актуальность работы заключается в том, что методы измерения волновых фронтов, применяемые в науке и на производстве на данный момент, имеют существенные недостатки (например, недостаточная точность/быстродействие).

В тексте работы последовательно анализируются основные существующие методики измерения волнового фронта (такие как метод Шака-Гартмана и интерферометрический метод), выделяются их ключевые достоинства и недостатки. Основную часть работы составляют описание и обоснование предлагаемого нового метода. Обобщенно представляемую методику можно описать как улучшенный метод Шака-Гартмана, объединяющий в себе и быстродействие, и точность.

В проекте также представлены результаты программной симуляции данного метода, позволяющие сделать вывод о его преимуществах в сравнении с применяемыми на данный момент способами (Самостоятельно написанный набор программ для тестировки прилагается к работе).

В планы по развитию проекта входит экспериментальное подтверждение работоспособности предлагаемой методики.

#### ***Список литературы***

1. Дубинцев Ю.Н. Колебаний и волны // 2011
2. Пергамент М.Т. Как задавать вопросы природе? // 2002
3. Тараненко В.Г., Шанин Щ.И. Адаптивная оптика в приборах и устройствах // 2005
4. Яковлев И.В. Волновая оптика // 2014

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗАГОРОДНОГО ДОМА МАЛОЙ ПЛОЩАДИ (НЕ БОЛЕЕ 50 М<sup>2</sup> ЖИЛОЙ ПЛОЩАДИ)**

**Резепов А.И., Видякина Н.Б.**  
*МБОУ «Гимназия №2», г.Саров*

Человечество, несомненно, прошло огромный путь по освоению различных видов энергии, начиная от энергии горения костров, заканчивая энергией ядерных реакторов. Наши запросы постепенно растут, вместе с этим растёт и потребление энергоресурсов.

Следовательно, мы всё ближе и ближе подходим к проблеме исчерпаемости энергетических ресурсов. Решение данной проблемы имеет теоретическое и практическое значение, поскольку россияне крайне неохотно используют альтернативные источники энергии, хотя их пользу отрицать нельзя.

Помимо того, что наши энергоресурсы не бесконечны, они также вредны для

природы, потому что каждый год мы сжигаем тонны различных видов топлива, выбрасываем в атмосферу огромное количество пыли и токсичных газов. Впоследствии данные причины приведут нас ещё к одной немаловажной проблеме – экологической катастрофе.

В проектной работе был проведён анализ работы системы электрообеспечения загородного дома малой площади с дальнейшей целью внедрения в него энергосберегающих технологий и альтернативных источников энергии.

Целью данного проекта является анализ работы системы энергопотребления загородного дома малой площади (не более  $50\text{м}^2$ ), для дальнейшего внедрения в него наиболее эффективных видов альтернативной энергии.

- Приведено описание различных видов альтернативной энергии
- Проведен расчет энергопотребления в доме
- Рассчитана средняя стоимость оборудования и средний период окупаемости предложенного решения

Для решения данной цели нами были поставлены следующие задачи:

1. Изучить литературу по теме;
2. Проанализировать систему; энергопотребления в загородном доме (не более  $50\text{м}^2$ );
3. Рассчитать необходимое количество поступления энергии для данного дома;
4. Выбрать наиболее эффективный вид альтернативной энергии для Нижегородской области;
5. Рассчитать стоимость оборудования, необходимого для реализации проекта;
6. Сделать выводы.

Проведенная работа частично доказала факт того, что создать почти энергонезависимый дом в Нижегородской области возможно.

### ***Список литературы***

1. Альтернативные источники энергии. <https://alter220.ru/news/alternativnye-istochniki-energii.html>
2. Ветроэнергетические установки. <https://втораяиндустриализация.рф/vetroenergeticheskie-ustanovki-vetrogeneratoryi-voprosyi-i-otvetyi/>
3. Описание видов датчиков присутствия и как сделать своими руками. <https://prodatchik.ru/vidy/datchik-prisutstviya/>
4. Плюсы и минусы ветровых электростанций. <https://plusminusu.ru/plyusy-i-minusy-vetrovyx-elektrostancij/>

## **ГОЛОГРАФИЯ И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ**

**Шаров А.В., Видякина Н.Б.**

*МБОУ «Гимназия №2», г.Саров*

Голография – это метод записи волновых полей, основывающийся на регистрации интерференционной картинки, полученной волнами, исходящими от объекта. Такая запись изображения называется голограммой. Отличительная черта голограмм от привычных нам фотографий – это то, что голографическое изображение хранит в себе информацию об амплитуде и фазе световой волны. То есть голограмм фиксирует не изображение предмета, а его структуру.

Целью работы являлось изучение методов создания голографии, её применения и способов создания объёмного изображения в домашних условиях.

Объект исследования: применение голографии и создание объёмного изображения в домашних условиях.

Предмет исследования: голография и голограммы.

В работе раскрывается принцип явления голографии и ее практическое применение в различных областях деятельности.

Задачи:

1. Изучить методы создания голографии, способы её применения;
2. Создать объёмное изображение в домашних условиях.

Для достижения поставленной цели в ходе работы были проведены эксперименты по получению объёмных голографических изображений в домашних условиях.

Голография – особый фотографический метод, при котором с помощью лазера регистрируются, а затем восстанавливаются изображения объектов, повторяющие оригинал. Такую фотографическую запись называют голограммой. В отличие от фотографий голограмма содержит не только информацию о внешнем виде объекта, но ещё и структуре, отраженной от него волны, то есть её амплитуду и фазу. Для получения такого изображения необходимо, чтобы на фотографическую плёнку одновременно попадали два когерентных световых пучка: предметный, отражённый от снимаемого объекта, и опорный, приходящий непосредственно от самого лазера

Голография, действительно, важное для человека открытие. Она погружает человека в мир трёхмерных изображений. Этот удивительный метод регистрации информации поражает воображение. Удивительно то, что человек встречается с голографией почти каждый день.

#### **Список литературы:**

1. С.Н. Корешев, Основы голографии и голограммной оптики. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 97 с.
2. Дуденкова В.В. ОПТИЧЕСКАЯ ГОЛОГРАФИЯ: Учебное пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. –55 с.
3. Власенко В.И. 'Техника объёмной фотографии' - Москва: Искусство, 1978 – 102 с.
4. Андреева О.В Прикладная голография СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. - 184 с.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ЗВУКОВЫХ ВОЛН НА МЕЛКИЕ ЧАСТИЦЫ НЕЖИВОЙ ПРИРОДЫ**

**Яценко С.Л., Видякина Н.Б.**  
МБОУ «Гимназия №2», г.Саров

С древних времен люди стремятся изучить звуковые явления. Согласно исследованиям физиологов визуальное восприятие информации занимает первое место, но и слуховое не менее важно. Звуковые волны являются раздражителями для слухового аппарата каждого живого существа, поэтому всем необходимо знать природу звука, а именно как он может воздействовать не только на человека, но и на мелкие частицы неживой природы. Внимание ученых привлекли работы Эрнста Хладни, немецкого учёного, по исследованию фигур, образующихся из песка под воздействием звуковых волн на колеблющихся пластинках.

Актуальностью моего проекта является изучение влияния механических колебаний звуковых волн на всевозможные мелкие частицы неживой природы, ввиду того, что все человечество неоднократно сталкивается с воздействием звука на их слуховой аппарат.

В данной проектной работе был проведён анализ влияния звуковых волн при различных частотах на мелкие частицы неживой природы.

Целью данного проекта является изучение воздействия звуковых волн на мелкие частицы, выявление закономерностей появления рисунков из песка при различных частотах, а также изучение влияния механических колебаний звуковых волн на человека.

Для решения данной цели нам надо было изучить научную литературу по теме, а именно влияние механических колебаний звуковых волн на человека. Провести опыты, показывающие влияние звуковых волн на мелкие частицы неживой природы. Затем на основе полученных результатов проанализировать влияние звуковых волн при разных частотах на мелкие частицы неживой природы и выявить закономерности появления рисунков из песка при различных частотах. Выяснить, будет ли погрешность при трехкратном проведении опытов с мукой и песком. Показать практическое применение влияния звуковых волн на мелкие частицы неживой природы. В заключение проанализировать итоги проведенной работы и сделать выводы.

Мы выдвигаем гипотезу, что при слишком низких или слишком высоких частотах мелкие частицы неживой природы не будут образовывать какие-либо рисунки. Одинаковые частоты по-разному влияют на мелкие частицы неживой природы, что зависит от величины частиц.

Объект исследования - звуковые волны различных частот, мелкие частицы, необходимые для выявления закономерностей при воздействии на них звуковых колебаний.

Предмет - изучение воздействия звуковых волн на мелкие частицы неживой природы.

### ***Список литературы***

- 1) Морозова А. Как звук влияет на организм человека. [Электронный ресурс] – режим URL: <https://sciencepop.ru/kak-zvuk-vliyaet-na-organizm-cheloveka/>
- 2) О звуке. [Электронный ресурс] – режим URL: <http://www.etheroneph.com/retrozvuk/15-o-zvuke.html>
- 3) Фигуры Хладни. О чем это? [Электронный ресурс] – режим URL: <https://www.oum.ru/literature/raznoe/figury-khladni/>

**СЕКЦИЯ  
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ И СОЦИОЛОГИИ»  
II ЧАСТЬ**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «ЦИФРОВЫХ» ПРОДУКТОВ В ПРОЦЕССЕ  
СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКЕ**

**Додин А.А., Колганов А.Ю., Соломенин С.Ф., Мачкаева М.Ю., Рябков  
А.В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУМИФИ, г.Саров*

Цель исследования – изучить и систематизировать подходы к использованию широкого спектра информационных технологий, специализированной электроники и компактных программно-аппаратных комплексов, а также автоматических систем обработки и анализа данных, ориентированных на повышение эффективности тренировок. В данной обзорной статье мы исследуем примеры устройств, сервисов и перспективных разработок, помогающих спортсменам, тренерам и другим заинтересованным лицам, получить релевантные исчисляемые показатели, способствующие более глубокому и системному пониманию процессов и результатов тренировок.

Представленные на рынке устройства, «умный» спортивный инвентарь и алгоритмизированные системы сбора данных (далее – спортивные технологии), следует классифицировать по 2 ключевым критериям.

Классифицируя спортивные технологии по назначению, их можно разделить на:

1. Технологии, способствующие повышению дисциплины спортсменов. К таким технологиям можно отнести консультационные сервисы, помогающие составить график тренировок, их длительность, настроить уведомления и подобрать индивидуальные цели.

2. Технологии, способствующие повышению уровня мотивации спортсменов. К таким технологиям следует отнести сервисы поиска тренеров, наставников и компаньонов (в т.ч. «цифровых») для тренировок, сайты, собирающие и систематизирующие опыт и отзывы других спортсменов, приложения и социальные сервисы, использующие приёмы геймофикации и игровые механики индивидуальных наград за спортивные результаты.

3. Технологии, способствующие повышению уровня вовлечённости спортсменов в тренировки и повышения их результативности. К данной группе следует отнести множество устройств (носимой электроники, интернета вещей, специализированные датчики, их телеметрия и т.д.), предназначенных для регулярного мониторинга физической активности, получения более точных данных о результативности тренировок по гео-локации, количеству сделанных движений (шагов), точности этих движений или значимым физиологическим показателям. Также к этой группе можно отнести системы автоматизированной видео-аналитики, позволяющие

Классифицируя спортивные технологии по целевой аудитории, их можно разделить на:

1. Технологии для непрофессиональных спортсменов. К этой группе относятся, различные популярные приложения с советами по здоровому образу

жизни и поиску спортивного досуга и приложения для фитнес-трекеров и «умных» часов и смартфонов.

2. Технологии для профессиональных спортсменов. К этой группе следует отнести «умную» спортивную форму, специализированные микрокомпьютеры и датчики (анализирующие различные движения или давление, например, на подошву бегуна).

3. Технологии для профессиональной спортивной аналитики. К этой группе следует отнести специализированные системы видеонаблюдения с распознаванием образов, агрегаторы спортивной информации, а также различных роботов-компаньонов, помогающих спортсменам организовать состязание даже при отсутствии реального противника.

В данной работе не рассматриваются технологии и разработки, относящиеся к фармацевтической продукции и консультациям и исследованиям по диетологии, генетике и способам изменения обмена веществ в организме спортсмена, также данный обзор исключает анализ технологий и устройств, связанных с совершенствованием непосредственно сложного технического инвентаря, такого как спортивный байк, велосипед, различные тренажёры, прогресс развития, которых слишком стремителен и многогранен, чтобы суметь проанализировать его в рамках данной статьи.

#### *Список литературы:*

1. «Исследование рынка и технологических трендов по направлению». Спорт и здоровье, Научный парк., г. Москва, 2019, - 116 с.
2. Костина А.А., Махов С.Ю., Инновационные технологии в профессиональном спорте, Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, г. Орёл, 2017, 0 5 с.

## **ИСЧИСЛЯЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОСВОЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА**

**Додин А.А., Тимофеев А.В., Барченкова С.А., Юрьева А.В., Тулаева Н.В.**

*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУМИФИ, г.Саров*

Цель настоящей работы – изучить перечень релевантных и допустимых к использованию исчисляемых показателей, которые возможно использовать при диагностике уровня освоения студентом английского языка. Необходимо отметить, что использование показателей, выраженных в цифрах, может применяться только как вспомогательный метод оценки, поскольку владение любым иностранным языком – это тренируемое умение, уровень развития которого зависит от многих переменных факторов не поддающихся подсчёту (когнитивные функции, свойства памяти, развитие голосовых связок, языковая интуиция, доступ к носителям языка, практике общения и т.д.). Тем не менее для анализа усреднённых образовательных результатов, например, целого потока студентов важно отобрать и систематизировать применение типовых практик диагностики.

В данной работе мы рассмотрим наиболее популярные метрики, а также попробуем сформулировать новые методы оценки.

У настоящей работы есть существенная практическая полезность, поскольку английский язык является самым популярным языком, обучение по которому проходят сотни миллионов человек по всему миру. 90% информации в сети Интернет хранится на английском языке, более 75% переписка ведётся с использованием английского языка, поэтому поиск и введение в образовательный процесс согласованных методов оценки усвоения английского языка могут иметь существенный положительный результат, особенно для сферы образования, в которой при должном уровне систематизации можно не только создавать рейтинги организаций, но и моделировать ожидаемые результаты в будущем.

Все исчисляемые показатели освоения английского языка можно разделить на 3 группы:

1. Метрики, демонстрирующие освоение английского письма и грамматики;
2. Метрики, демонстрирующие освоение английской разговорной речи;
3. Комплексные метрики, демонстрирующие освоение английского языка.

Рассмотрим наиболее популярные методы оценки освоения английского языка, основанные на исчисляемых показателях.

1. Словарный запас. Количество известных человеку слов на английском языке, которые он может применять, является наиболее популярным показателем. Европейская классификация владения языками (Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment CEFR), представляет из себя шестиуровневую шкалу, каждому уровню из которой соответствует определённый уровень владения языком. Beginner A0 – до 200-300 слов, Elementary A1 - до 1000 слов. Pre-Intermediate A2 - около 2000 слов, Intermediate B1 – около 3000 слов, Upper-Intermediate B2 – до 4000 слов, Advanced C1 – более 4000 слов, Fluent C2 - более 6500 слов.

2. TOEFL (Test of English as a Foreign Language) – это уже ставший стандартным тест, существует несколько версий теста: бумажный, компьютерный и интернет-вариант, который является наиболее предпочтительным, так как включает задания не только на чтение, аудирование и письменную речь, но также на устную речь и комбинированные задания. TOEFL признаётся в 9000 учебных заведений 130 стран. Это самый распространённый тест на знание английского языка, в результате которого сдающий получает индивидуальный показатель, Максимальное количество баллов за тест – 120, при этом каждая из четырех секций теста оценивается по шкале от 0 до 30 баллов. За каждый устный ответ выставляется оценка по шкале от 0 до 4 баллов; за каждый письменный – по шкале от 0 до 5 баллов.

3. Рейтинговые системы приложений или электронных образовательных систем – ещё одна группа синтетических показателей, которые зависят от конкретного производителя программного обеспечения. В приложении могут быть предусмотрены оценки освоения курса (в процентах), внутренняя система баллов за активность в изучении английского, а также сгенерированная на основании множества факторов итоговая оценка (1-5 или 1-100), которую также можно использовать, например, для сравнения результатов обучения английскому студентов одного вуза.

### ***Список литературы:***

1. Общеввропейские компетенции владения иностранным языком: Изучение, преподавание, оценка (русский перевод). Московский государственный лингвистический университет, г. Москва, 2003 г.
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Общеввропейские компетенции владения иностранным языком](https://ru.wikipedia.org/wiki/Общеввропейские_компетенции_владения_иностранн_ым_языком)

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ВСЕРОССИЙСКОЙ МОЛОДЕЖНОЙ НАУЧНО- ИННОВАЦИОННАЯ ШКОЛЫ «МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

**Додин А.А., Рябков А.В., Конькова М.И., Прокофьева Н.В., Юферева Т.В.**  
*Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В настоящем исследовании рассмотрены подходы к выработке методов оценки эффективности проведения научно-практических конференций, на примере опыта проведения молодежной научно-инновационная школы «Математика и математическое моделирование». Данная конференция проводится в Саровском физико-техническом институте НИЯУ МИФИ уже 15 лет, за это время были испробованы различные форматы проведения и инструменты продвижения школы, что позволяет, используя методы сравнительного анализа, выявить релевантные показатели эффективности для данного мероприятия. У данной работы есть существенная прикладная полезность, поскольку выработанные подходы, могут быть применены и для оценки других подобных мероприятий. Отметим также, что грамотное использование полученных за несколько лет показателей, позволяет уверенно моделировать ожидаемую эффективность проведения школы ещё на этапе подготовки.

Данная работа не ставит перед собой цель определить, какой формат проведения мероприятий более эффективный – очный или в дистанционном режиме, поскольку, в современных реалиях, проведение только очного или только заочного формата уже невозможно – смешанный формат участия за последние 5 лет уже стал нормой.

Коллективом настоящего исследования выработаны 10 ключевых показателей, демонстрирующих эффективность проведения научно-инновационная школы «Математика и математическое моделирование» (далее Школа):

1. Количество участников Школы (представивших доклад на школе).
2. Отношение нынешнего количество участников Школы к количеству прошлогодних участников.
3. Количество упоминаний о школе в СМИ и сети Интернет.
4. Отношение зарегистрированных участников Школы, к количеству участников, которые в итоге приняли участие.
5. Отношение количества e-mail адресов, на которые было отправлено приглашение к участию в школе и количества итоговых регистраций.

6. Сравнение количества тематических сессий на Школе и количества докладов в них (по сравнению с прошлым годом).

7. Суммарное количество посетителей информационных страниц о Школе (по сравнению с прошлым годом).

8. Количество зрителей, принявших участие в онлайн-трансляциях Школы (по сравнению с прошлым годом).

9. Сравнение количества скачиваний и запросов на отправку электронной версии сборника по итогам Школы (по сравнению с числом скачиваний сборника прошлого года).

10. Сравнение оценок экспертов школы, которые были выставлены участникам (по сравнению с оценками прошлого года).

Данный список показателей эффективности Школы может считаться достаточным, но не должен считать исчерпывающим. Организаторам Школы и других конференций всегда следует также обращаться к таким показателям, как увеличение числа спонсоров мероприятия, увеличение призового фонда, изменение общего бюджета школы, а также оценка отзывов участников. Эти показатели не менее важны, но их применение на постоянной основе затруднительно из-за изменения команды организаторов или социально-экономической ситуации.

#### *Список литературы:*

1. Павел Е.В., Банная Е.В. «О результативности университетских научных конференций» // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». Т. 9. №6. 2017 г. С.12.
2. Скородумов П.В., Холодов А.Ю. «Анализ подходов и инструментальных средств анализа статистики посещения веб-сайта научной организации» Вопросы территориального развития. № 9 (29). 2015. С.13.

### **ПРОВЕДЕНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Докукина И.В., Чернявский В.П., Конькова М.И., Прокофьева Н.В.,  
Лебедева А.В., Юферева Т.В.**

*Саровский физико-технический институт- филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Вынужденный переход вузов на дистанционное обучение весной 2020 года в связи с пандемией вируса COVID-19 оказался неожиданным для преподавателей многих направлений. На момент перехода далеко не во всех вузах была налажена работа посредством LMS и организация эффективного проведения промежуточного контроля вызвала определенные сложности.

Основными критериями качественной промежуточной аттестации являются: валидность, надежность, практичность и прозрачность [1].

Валидность проверочной работы определяется ее содержанием и практически не зависит от формата аттестации – очной или дистанционной. Прозрачность аттестации также не вызывает дополнительных сложностей при переходе на дистанционный формат, поскольку она в основном определяется эффективностью коммуникации преподавателя со студентами.

Наибольшие трудности при проведении промежуточной аттестации вызывают надежность и практичность. При очном обучении математическим дисциплинам в вузе стандартными являются письменные контрольные работы и устное собеседование. Хотя надежность устного собеседования наибольшая при любом формате проведения аттестации, она является наименее практичной и часто вообще невозможной, если преподаватель читает потоковые лекции и должен в сжатые сроки аттестовать большое количество студентов. С целью повышения надежности результатов письменных контрольных работ, которые студенты выполняют дистанционно, преподаватель может разработать индивидуальные варианты, но их проверка займет большое количество времени, что существенно снижает практичность.

Создание тестов с автоматической проверкой с помощью современных компьютерных технологий может решить проблему практичности. Однако подобные тесты для ряда предметов высшей математики могут проверить лишь базовые знания студентов.

Гибридный вариант «отборочный тест – устное собеседование» может упростить проблему баланса надежность/практичность, хотя не решить ее в целом.

Авторы работы предложили ряд решений, упрощающих проведение промежуточной аттестации для предметов «аналитическая геометрия», «математический анализ», «уравнения математической физики» и успешно апробировали их на студентах СарФТИ НИЯУ МИФИ.

#### ***Список литературы:***

1. В.И.Блинов, В.Г.Виненко, И.С.Сергеев. Методика преподавания в высшей школе. Москва, Юрайт, 2017.

### **КИБЕРСПОРТ, КАК ОДНО ИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОРТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ**

**Колганов А.Ю., Мочкаева М.Ю., Мочкаев А.А., Соломенин С.Ф.**

*Саровский физико-технический институт- филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

Студенческий спорт – это важная составляющая массового спорта, ориентированная на формирование базовой физической культуры в вузе. Учебная программа по физической культуре предусматривает свободу выбора видов спорта для студентов основного и спортивного отделений. Физкультурно-спортивная деятельность, в которую включаются студенты — один из эффективных механизмов слияния общественного и личного интересов, формирования общественно необходимых индивидуальных потребностей [1]. Спортивные успехи студентов становятся не только их личным достижением, но и достоянием вуза, в котором они обучаются, что, безусловно, поддерживает престиж высшего учебного заведения.

В период пандемии спортсмены СарФТИ НИЯУ МИФИ активно участвовали в различных онлайн турнирах и спортивных марафонах. В региональном этапе всероссийской киберспортивной студенческой лиги, где

вошли в топ 8 команд турнира. Был организован городской турнир по киберспорту, в котором сборная СарФТИ НИЯУ МИФИ одержала уверенную победу.

Киберспорт специалисты определяют как игровые соревнования с использованием компьютерных технологий, где компьютер моделирует виртуальное пространство, внутри которого происходит состязание [2]. Он нацелен на то, чтобы выявить наиболее успешного игрока-спортсмена в той или иной дисциплине, оценить его уровень понимания игрового процесса и мастерства.

Согласно исследованиям, современные киберспортсмены могут похвастаться скоростью реакции, значительно превышающей её же у среднестатистического человека, а помимо этого они способны делать до 300 осознанных нажатий по клавиатуре в минуту. Игры тренируют и умение в максимально короткие сроки принимать решения, стратегически мыслить, выбирать тактику, оценивая возможности и предугадывая дальнейшие шаги оппонента или же оппонентов, если речь идёт о командных соревнованиях. [3]

Россия была одной из первых стран, которая официально признала киберспорт. 3 июня 2016 года он был внесён в реестр российских видов спорта и признан официальным. Тем не менее, российское общество по сей день скептически относится к киберспорту. Согласно опросам, лишь 14% жителей страны считают киберспорт полноценной спортивной дисциплиной. И эта цифра ничтожна мала, если учитывать популярность таких видов спорта, как хоккей или футбол.

Мы считаем, что данный вид спорта необходимо поддерживать в СарФТИ НИЯУ МИФИ, объединяться с другими филиалами и выходить на всероссийский уровень.

#### ***Список литературы:***

1. Ильинич В.И. Физическая культура студента. М. : Гардарики, 2002. 448 с.
2. Kibersport [E-Sports]. Wikipediya [Wikipedia]. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Kibersport>
3. В. В. Панкина, Р. Т. Хадиева. Physical Culture. Sport. Tourism. Motor Recreation. 2016. Vol. 1, no. 3.

### **К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ УСТНОЙ И ПИСЬМЕННОЙ РЕЧИ В РАМКАХ ИНТЕНСИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Барченкова С.А., Тимофеев А.В., Юрьева А.В.**

*Саровский физико-технический институт- филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В последние годы мы наблюдаем стремительное изменение образовательных технологий в пользу их все большей цифровизации, ускоренной переходом на онлайн-обучение. Преимущества цифровых

технологий широко расписаны в литературе и не подвергаются сомнению [1], [3]. Вместе с этим, следует отметить, что непродуманное внедрение цифровых технологий, без внесения сопутствующих корректив в методику преподавания препятствуют их полноценной реализации. В частности, существенным недостатком группового учебного процесса следует признать отсутствие полноценного контакта учитель –ученик и вследствие этого качественного контроля за добросовестностью выполнения учениками самостоятельной работы по предмету, а также информационную перегрузку, что существенно снижает способность к выполнения заданий по языковой коммуникации в рамках обучения в техническом вузе.

Решение проблемы мы видим в количественном и качественном увеличении доли творческих заданий по составлению монологических и диалогических высказываний, что позволяет эффективно контролировать самостоятельность выполнения языковых заданий. С целью повышения эффективности этого процесса нами проводилось наблюдение за составлением студентами 2 курса физико-технического факультета устных и письменных высказываний. Его целью являлось выявление слабых мест языковой компетенции учащихся с позиции концепции продуцирования дискурса [2], Ворожбитовой А.А. (*система механизмов реализации лингвориторической компетенции*) и *билингвального обучения* [4].

Было установлено, что наибольшие затруднения как на русском так и на английском языке у студентов вызывает процесс изобретения содержания высказывания (т.е. этап инвенции). Это выражалось, в частности, в том, что различные творческие задания выполнялись гораздо менее охотно, чем упражнения на трансформацию, подстановку, перевод, которые не требуют самостоятельного изобретения содержания речи. Также было замечено, что у студентов слабо развита способность к рефлексии и оценке, в связи с чем большинство из них неадекватно оценивают свою речь с точки зрения ее соответствия языковым и речевым нормам. В связи с этим решение вопроса успешного обучения иностранному языку с использованием различных цифровых технологий сопряжено с увеличением в практике преподавания иностранных языков доли творческих коммуникативных заданий, и их успешной реализации будет способствовать выделение в особый компонент содержания образовательного процесса обучения риторическому изобретению темы, содержания высказывания, аргументации (формирование инвентивного механизма лингвориторической компетенции) и эффективных приемов текущего и постакионального редактирования устной и письменной речи.

### ***Список литературы:***

1. Авилкина, И. Н. Цифровые технологии на занятиях по иностранному языку: преимущества и недостатки / И. Н. Авилкина // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации : Сборник материалов III Международной научно-практической конференции, Омск, 29–30 ноября 2018 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2019. – С. 577-580.
3. Ворожбитова А.А. Лингвориторическая теория сильной языковой личности как общая стратегия языкового образования и воспитания // Русский Филологический Вестник / Под ред. В.А. Татарина - М., 1996.-Т. 81 , №2. - С. 34-41.

2. Лобанова Е.И., Стрижова Е. В., Нисилевич А.Б., Зенина Л.В., Жидкова О.Н. Преимущества и недостатки использования информационных технологий в обучении иностранному языку и культуре в высшей школе // Филологические науки. Вопросы теории и практики. -Тамбов: Грамота, 2014 № 2 (32): в 2-х ч. Ч. II. С. 121-124.
4. Тимофеев А.В., Ворожбитова А.А. Билингвальная модель профессиональной подготовки будущего учителя иностранного языка: монография 3-е издание». - Москва:Флинта, 2019. - 136 с.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМЫ ZOOM В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ АУДИРОВАНИЯ У СТУДЕНТОВ НЕЯЗЫКОВЫХ ВУЗОВ**

**Барченкова С.А., Юрьева А.В.**

*Саровский физико-технический институт- филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В последние годы наблюдается интерес ВУЗов к использованию онлайн-платформ для обучения студентов. Многие ведущие ВУЗы России и мира используют модель смешанного обучения для повышения эффективности аудиторных занятий. Благодаря возможностям новейших ИТ-технологий, студенты могут знакомиться с материалами курса, обсуждать в чате с преподавателем вопросы по теме и иметь доступ к занятиям с возможностью повторного просмотра.

Главной целью обучения иностранному языку является развитие коммуникативной компетенции, что подразумевает развитие коммуникативных навыков студентов в восприятии речи на слух, говорении, чтении и письменной речи на иностранном языке [1]. Задача преподавателя неязыкового ВУЗа осложняется необходимостью научить будущих специалистов не только успешной коммуникации для повседневного общения, но и в их профессиональной деятельности. Особую сложность представляет развитие навыков аудирования, т.к. в аудитории больше времени уделяется лексике, грамматике, чтению и переводу литературы по специальности.

Выбор современной онлайн-платформы, позволяющей осуществить все эту задачу, является сложной задачей. Применение онлайн-платформы Zoom позволяет эффективно развивать коммуникативные навыки студентов неязыковых ВУЗов, а именно аудитивные компетенции, благодаря ряду преимуществ:

- функция демонстрации экрана, которая позволяет просматривать аутентичные видео по своей специальности и воспринимать речь на слух.
- функция использования сессионных залов позволяет делить студентов на группы для работы в парах и обсуждения просмотренного видео.
- функция комментирования позволяет преподавателю выделять важную информацию на экране.
- наличие чата дает возможность преподавателю отправлять ссылки на учебные материалы и тесты для проверки степени усвоения материала.

С целью повышения аудитивных компетенций был разработан специальный курс, позволяющий не только сформировать навыки аудирования, но и использовать коммуникативно-ориентированный подход к

обучению. Данный курс включал аутентичные видеоматериалы по специальности, а также задания к ним. По завершению эксперимента, было проведено тестирование студентов, показавшее значительное повышение эффективности обучения аудированию с использованием Zoom по сравнению с аудиторными занятиями.

**Список литературы:**

1. Измайлова А.Г. Формирование иноязычной профессионально ориентированной коммуникативной компетентности у студентов неязыковых вузов: дис. ... канд. пед. наук. СПб., 2002. 223 с.
2. Итоги Всероссийской конференции: «От цифры к цифровой грамотности: задачи и решения» // Вестник образования.-2018.-№24.-с.79-80
3. Мильруд Р.П. Применение информационных технологий в обучении иностранным языкам и культуре / Вестник Тамбовского государственного университета, 2012. Выпуск 5 (109). С. 103-107
4. Титова С.В. Принципы проектирования и структура веб программы курса // Вопросы методики преподавания в вузе. 2018. Т. 7. № 24 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsipyproektirovaniya-i-struktura-veb-programmy-kursa/viewer>
5. Bates, T. (2015). Teaching in a digital age (Open textbook).- URL: <http://opentextbc.ca/teachinginadigitalage>
6. Chapelle C. Technology and second language acquisition // Annual Review of Applied Linguistics, 27:98, 2007. P.145.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ НЕЯЗЫКОВЫХ ВУЗОВ В ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА**

**Барченкова С.А., Тимофеев А.В., Юрьева А.В.**

*Саровский физико-технический институт- филиал НИЯУ МИФИ, г.Саров*

В последние годы как никогда остро стоит вопрос использования информационных технологий для преподавания иностранного языка в ВУЗе. Современное поколение студентов, «цифровое поколение», по-другому воспринимает информацию и требует нового подхода в обучении. Многие методы, которые использовались в ВУЗе на протяжении многих лет, показывают свою неэффективность в современном процессе обучения.

Стоит отметить, что современные студенты выросли в окружении современных технологий и электронных устройств и по оценке специалистов проводят около 38 часов в неделю у экрана, что почти равноценно целой рабочей неделе любого взрослого человека.

Digital activism (активность в цифровой среде) - один из ключевых аспектов в преподавании иностранного языка, позволяющий существенно повысить мотивацию студентов. Наблюдение за студентами показывает, что их активность во внеучебной деятельности (хобби, компьютерные игры, с общением на иностранном языке, просмотр зарубежных спортивных матчей и телесериалов) качественно повышает результативность языкового обучения. Поэтому, задачей современного преподавателя является стимулирование

интереса студентов к аутентичным Интернет-ресурсам и общению в цифровой среде. Меняется и роль педагога в современном образовании в сторону того, чтобы способствовать созданию индивидуальной образовательной траектории для каждого студента с учетом его способностей и интересов.

Для осуществления этой задачи применяются технологии «перевернутого класса» (“flipped classroom”) [3], [4], [5], которые позволяют обучающимся активно участвовать в поиске, изучении и активном использовании информации для дальнейшего изучения, что позволяет существенно повысить интерес студентов к изучению иностранного языка и повышает развитие их автономии (autonomy). Таким образом, педагог должен не только передавать знания, а учить своих студентов добывать их самостоятельно [1], [2].

В качестве примера использования технологии «перевернутого класса» может служить подбор преподавателем совместно со студентами видеороликов, подкастов для прослушивания и текстов для чтения (например, новости, интервью с известными людьми, статьи на интересующие студентов темы). С помощью дистанционных образовательных технологий (Google classroom, Moodle) преподаватель обеспечивает доступ студентов к контенту с возможностью обмена информацией с другими студентами, а также обратной связью от преподавателя, что повышает интерес студентов ВУЗа к изучению иностранного языка и активизирует самостоятельную работу.

#### ***Список литературы:***

1. Деревянкина О.М. Применение модели «перевернутый класс» в корпоративном обучении // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Педагогика и психология. 2019. № 4 (49). С. 234-242.
2. Думина Е.В. Образовательный потенциал педагогической модели «перевернутый класс» в условиях иноязычной подготовки студентов неязыкового вуза // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Гуманитарные науки. 2018. № 17 (815). С. 26-35.
3. Bergmann, J., & Sams, A. Flip your classroom: reach every student in every class every day. Washington, DC: International Society for Technology in Education, 2012. 124 p.
4. Lynch T., Anderson K. Effective English Learning. English Language Teaching Centre, University of Edinburgh. 2012.
5. Zainuddin, Zamzami&Halili, SitiHajar. (2016). Flipped Classroom Research and Trends from Different Fields of Study. // The International Review of Research in Open and Distributed Learning. Volume 17, Number 3. May 2016. URL: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/2274/3766>

## Оглавление

<b>СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ХИМИИ»</b> .....	2
СТРУКТУРНЫЕ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ(II) С АРОМАТИЧЕСКИМИ ДИИМИНАМИ, АМИНОКИСЛОТАМИ И ФОСФОРИЛОВАНЫМИ ДИТИОКАРБАМАТАМИ В РАСТВОРАХ Бухаров М.С., Гилязетдинов Э.М., Серов Н.Ю., Гизатуллин А.И., Кукушкина О.В., Мирзянов И.И., Гарифзянов А.Р., Штырлин В.Г. ....	2
КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОМО- И ГЕТЕРОЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ(II) С АРОМАТИЧЕСКИМИ ДИИМИНАМИ И АМИНОКИСЛОТАМИ Гизатуллин А.И., Бухаров М.С., Исламов Д.Р., Серов Н.Ю., Гилязетдинов Э.М., Штырлин В.Г. ....	3
КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ЖЕЛЕЗА(III) С ПИРИДОКСИНОВЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ИЗОНИКОТИНОИЛГИДРАЗОНОВ Гилязетдинов Э.М., Мохамед А. Ахмед, Хазиев Р.М., Штырлин Н.В., Бухаров М.С., Серов Н.Ю., Штырлин В.Г.	
ТЕРМОДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ И СТРУКТУРА ГОМО- И ГЕТЕРОЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСОВ В СИСТЕМАХ ЦИНК(II) – 1,10-ФЕНАНТРОЛИН – АМИНОКИСЛОТЫ Ермолаев А.В., Гилязетдинов Э.М., Серов Н.Ю., Бухаров М.С., Штырлин В.Г. ....	6
СИНТЕЗ И СТРУКТУРА КОМПЛЕКСОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ С 1,10-ФЕНАНТРОЛИНОМ И САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ Жернаков М.А., Исламов Д.Р., Гизатуллин А.И., Серов Н.Ю., Бухаров М.С., Гилязетдинов Э.М., Штырлин В.Г.	
СТРУКТУРА, ТЕРМОДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ И КИНЕТИКА РЕДОКС-ПРЕВРАЩЕНИЙ КОМПЛЕКСОВ МАРГАНЦА(III) С 1,10-ФЕНАНТРОЛИНОМ И САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ Курамшин Б.К., Васильев В.А., Серов Н.Ю., Штырлин В.Г. ....	8
ТЕРМОДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ, КИНЕТИКА РЕАКЦИЙ ЗАМЕЩЕНИЯ И СТРУКТУРА КОМПЛЕКСОВ В СИСТЕМАХ МЕДЬ(II) – ОЛИГОПЕПТИДЫ – ГИСТИДИН Серов Н.Ю., Ермолаев А.В., Гилязетдинов Э.М., Бухаров М.С., Гоголашвили Э.Л., Штырлин В.Г. ....	9
КИНЕТИКА И МЕХАНИЗМЫ РЕДОКС-РЕАКЦИЙ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ(II) С АРОМАТИЧЕСКИМИ ДИИМИНАМИ, АМИНОКИСЛОТАМИ И ОЛИГОПЕПТИДАМИ Уразаева К.В., Серов Н.Ю., Гилязетдинов Э.М., Бухаров М.С., Штырлин В.Г. ....	11

КОРРЕЛЯЦИИ «СТРУКТУРА-ЭНЕРГИЯ ГИББСА» АЛЬДЕГИДОВ. ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД	
Брянцев Д.В., Виноградова М.Г. ....	12
ДИНАМИЧЕСКАЯ НЕЖЕСТКОСТЬ ДИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ	
Бубнова К.Е., Гиричева Н.И., Жабанов Ю.А., Гиричев Г.В. ....	13
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗОФАЗНОГО ДЕПРОТОНИРОВАНИЯ КОНФОРМЕРОВ 1,5- И 1,8-НАФТАЛИНДИСУЛЬФОНОВЫХ КИСЛОТ	
Ершова А.О., Федоров М.С. ....	14
СРАВНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ КОНФОРМЕРОВ ЦИСТЕИНА	
Завилейская В.А., Русакова Н.П., Орлов Ю.Д., Туровцев В.В. ....	16
СРАВНЕНИЕ ЗАРЯДОВ И ОБЪЕМОВ ГРУПП ДЛЯ ФЕНИЛАЛАНИНА, ЦИСТЕИНА, ТИРОЗИНА, СЕРИНА	
Матус Я.А., Русакова Н.П., Орлов Ю.Д., Туровцев В.В. ....	17
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СПИНОВОЙ ПЛОТНОСТИ ВО ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПРОПАРГИЛЬНЫХ РАДИКАЛАХ	
Котомкин А.В., Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д. ....	18
ИНГИБИРОВАНИЕ ИЗОЦИМОВ КАРБОАНГИДРАЗЫ: КВАНТОВО- ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	
Крюкова И.Д., Крылов Е.Н., Вирзум Л.В. ....	19
ГРУППОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА МОНО-, ДИ- И ТРИМЕРОВ ТИОФЕНА	
Курочкин Г.А., Русакова Н.П., Орлов Ю.Д. ....	21
ЭЛЕКТРОННОЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ МЕЗОГЕННЫХ СУПРАМОЛЕКУЛ	
Лебедев И.С., Гиричева Н.И., Смирнова А.И., Усольцева Н.В. ....	22
ВЛИЯНИЕ СУЛЬФОНОВОЙ ГРУППЫ НА ГРУППОВОЙ ЗАРЯД В ИЗОМЕРАХ ПОЛОЖЕНИЯ ДЕКАНСУЛЬФОНА	
Нефедова И.А., Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д. ....	24
ИЗУЧЕНИЕ МЕТАНОЛИЗА ЗАМЕЩЕННЫХ ДИОКСАНОВ МЕТОДАМИ КВАНТОВОЙ ХИМИИ	
Вакулин И.В., Рахманов Д.А., Талипов Р.Ф. ....	25
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИИ РАДИКАЛЬНО-ЦЕПНОГО ОКИСЛЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПРИСУТСТВИИ АНТИОКСИДАНТОВ	
Шарипова Г.М., Алекторов Е.А. Сафарова И.В., Герчиков А.Я. ....	26
ВОДОРОДНЫЕ СВЯЗИ $\text{NH}^+\text{O}^-$ И $\text{CH}^+\text{O}^-$ В АЛКИЛИМИДАЗОЛЬНЫХ ИОННЫХ ЖИДКОСТЯХ, СОДЕРЖАЩИХ ТРИФЛАТ АНИОН	
Яблоков М.Е., Федорова И.В., Крестьянинов М.А., Сафонова Л.П. ....	27

ЭНЕРГИИ РАЗРЫВА СВЯЗЕЙ ДВУХАТОМНЫХ СПИРТОВ	
Савельева Т.А., Виноградова М.Г. ....	28
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДОРОДНЫХ СВЯЗЕЙ В МОЛЕКУЛЯРНЫХ КРИСТАЛЛАХ СЕРИНА	
Абдухалимова И.М., Волкова Т.Г., Таланова И.О. ....	30
ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СЛАБЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В МЕТИЛОВОМ КРАСНОМ	
Щенухина А.С., Русакова Н.П., Туровцев В.В., Орлов Ю.Д. ....	31
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ КАТАЛИЗАТОРА	
Язовцева О.С., Губайдуллин И.М. ....	33
КОРРЕЛЯЦИИ «СТРУКТУРА-ЭНТАЛЬПИЯ ОБРАЗОВАНИЯ» ДВУХАТОМНЫХ СПИРТОВ	
Козлова Р.Р., Виноградова М.Г. ....	34
<b>СЕКЦИЯ «БЕЗОПАСНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»</b> .....	36
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ, СТОЙКИХ К АТАКАМ НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАЦИИ АППАРАТНЫХ ОШИБОК	
Макаева Ю.Ю. ....	36
АССОЦИАТИВНАЯ ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ОБЪЕКТОВ	
Копейкин А.Э., Дюпин В.Н., Савина К.Н. ....	37
РАСПРОСТРАНЕННЫЕ УЯЗВИМОСТИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ	
Кашей В.М., Абросимова П.И. ....	38
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	
Кононова В.Е., Дюпин В.Н., Чиркова В.Е. ....	39
ЭМПИРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНИЗМА НАКОПЛЕНИЯ СТАТИСТИКИ	
Селивохин К.А. ....	40
СПОСОБ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННЫХ СИСТЕМ ОБУЧЕНИЯ	
Сергеева О.А., Кривошеев О.В. ....	42

ВЫЯВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА СКРЫТЫХ КАНАЛОВ ПО ПАМЯТИ ВО ВСТРАИВАЕМОМ ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ	
Сергеева О.А., Колованов А.В. ....	43
АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДДЕРЖКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ	
Буртасов С.И., Колованов А.В. ....	44
МОДЕЛЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОНТУРА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ	
Буртасов С.И., Николаева И.А. ....	45
ОБЗОР СКРЫТЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ ЗА СЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ	
Чернышов С.А., Груздев С.В. ....	47
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УГРОЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ	
Чернышов С.А., Груздев С.В. ....	48
РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ РАДИАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИНДИКАТОРОВ	
Удалов Р.С., Кашеев В.М., Левцова В. А., Оставненко И.И. Смирнов М. К. ....	50
ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ГИБРИДНЫХ ГЕТЕРОМОРФНЫХ СИСТЕМАХ	
Ермаков К.Д., Сплюхин Д.В. ....	51
РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОРАДИОИЗДЕЛИЙ	
Тарасова И.М., Кашеев В.М., Левцова В. А., Поздышева А.И., Смирнов М. К., Удалов Р.С. ....	52
РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДСТАНОВОК КАК ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ РЯДА ФАКТОРИАЛЬНЫХ МНОЖЕСТВ	
Ермаков К.Д., Сплюхин Д.В., Мартынова И.А. ....	54
АППРОКСИМАЦИЯ ОПЕРАЦИИ ГРУППЫ ДИЭДРА $D_{2n} - 1$ ОПЕРАЦИЕЙ СЛОЖЕНИЯ В КОЛЬЦЕ $Z_{2n}$ .	
Ермаков К.Д., Сплюхин Д.В., Мартынова И.А. ....	55
МОДЕЛИ, МЕТОДЫ, ПРИНЦИПЫ И ЭТАПЫ ТЕОРИИ СИСТЕМ И СИСТЕМОГО АНАЛИЗА	
Кривошеев О.В. ....	56
ВЕКТОРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ	
Кривошеев О.В. ....	58

ГОМОМОРФНЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ И ОБРАЗ ГОМОМОРФИЗМА ГРУПП ПОДСТАНОВОК РЯДА ФАКТОРИАЛЬНЫХ МНОЖЕСТВ СИСТЕМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ	59
Мартынова И.А. ....	
ИЗОМОРФИЗМ ЦИКЛИЧЕСКИХ ГРУПП ПОДСТАНОВОК РЯДА ФАКТОРИАЛЬНЫХ МНОЖЕСТВ	60
Мартынова И.А. ....	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРЕМЫ ШЕННОНА В КАЧЕСТВЕ КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ КАНАЛУ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДСТВА АКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ	61
Лушкин Д.В., Казаков А.А., Марунин М.В. ....	
РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНЫХ СХЕМ И АЛГОРИТМОВ ОРГАНИЗАЦИИ СКРЫТЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ ЗА СЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ	63
Красильников Б.А., Евстифеев А.А. ....	
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАКЕТА ТЕХНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА	64
Коньшев И.А. ....	
РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ДЛЯ КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ КАНАЛАМ	66
Казаков А.А. ....	
ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО СКРЫТОГО КАНАЛА СВЯЗИ	67
Казаков А.А., Лушкин Д.В., Данилкин М.В. ....	
КЛАССИФИКАЦИЯ СКРЫТЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ ЗА СЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ	68
Красильников Б.А., Евстифеев А.А. ....	
СОЗДАНИЕ СКРЫТОГО КАНАЛА СВЯЗИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИДЕОИНТЕРФЕЙСА ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА	70
Груздев С.В., Чернышов С.А. ....	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SDR ПРИЁМНИКА ДЛЯ ПРИЕМА ПОБОЧНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	71
Груздев С.В., Чернышов С.А. ....	
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАУКОЕМКИХ ИЗДЕЛИЙ	72
Ведерников В.Л., Горбатенко Н.В., Кривошеев О.В. ....	
ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕБ-ТРЕНАЖЕРОВ	74
Ведерников В.Л., Горбатенко Н.В., Горелова С.С., Дунькович В.В., Лебедева А.В. ....	

ЭЛЕКТРОННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ ЗАЩИЩЕННОСТИ ОТ КОПИРОВАНИЯ	
Говоруненко Е.С., Гончаров С.Н., Понеделко И.В. ....	75
ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ УНИВЕРСАЛЬНОГО ИМИТАТОРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ	
Алеханова В.Е., Лебедева А.В., Понеделко И.В. ....	77
ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНСТРУКТОР ДЛЯ РАБОТЫ С ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ	
Цветкова А.Н., Дюпин В.Н. ....	79
РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ЭКСТРУЗИИ ДВУМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	
Дюпин В.Н. ....	80
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ КАК ФАКТОР СТИМУЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ: СЛОЖНОСТИ ПРОЦЕССА И ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ	
Нестерова А.А., Синютина Ю.В. ....	81
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКОНОМИКЕ	
Максимова К.А. ....	82
МОДЕЛЬ РАБОТЫ ПРОГРАММНОГО ВВОДА НА ЯЗЫКЕ АССЕМБЛЕР	
Жаринова А.В., Гончаров С.Н., Ковшов К.Н., Писецкий В.В., Дорохина Т.Е. ....	83
ВЛИЯНИЕ ТРАНСЛЯТОРА НА ВРЕМЕННЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММЫ	
Жаринова А.В., Гончаров С.Н., Ковшов К.Н., Писецкий В.В., Дорохина Т.Е. ....	85
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НА ОСНОВЕ PSIDR-МОДЕЛИ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ СКОРОСТЬЮ ОБНОВЛЕНИЯ АНТИВИРУСНЫХ БАЗ И МАКСИМАЛЬНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ИНФИЦИРОВАННЫХ ХОСТОВ В СЕТИ	
Салмина Т.И., Еремеева Н.И. ....	87
<b>СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ И СОЦИОЛОГИИ» I ЧАСТЬ</b> .....	89
АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ	
Андряшина Н.С., Базурина Ю.А. ....	89
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ НА ПРЕДПРИЯТИИ	
Бакулина Н.А. ....	90
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В СИСТЕМЕ МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ	

Козлова Е.П. ....	91
ОЦЕНКА УРОВНЯ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	
Кочетова О.А. ....	92
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ	
Кузнецов В.П., Бакулина Н.А. ....	94
НРАВСТВЕННЫЕ КООРДИНАТЫ ИНТЕРСУБЪЕКТИВНОГО МИРА СОВРЕМЕННОГО ПОДРАСТАЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ: РЕЗУЛЬТАТЫ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	
Немова О.А., Жаркова М.В. ....	95
РАСЧЁТ СОЦИОКУЛЬТУРНЫХ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗВУЧАЩЕЙ РЕЧИ В АУДИОСООБЩЕНИЯХ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ «ВКОНТАКТЕ»	
Пластун Н.С., Литвина А.Ф., Ахапкина Я.Э. ....	96
ПАТРИОТИЗМ КАК СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ ФЕНОМЕН	
Свадьбина Т.В., Филатова Е. В. ....	97
К ВОПРОСУ АНАЛИЗА ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА	
Беляева Г.Д., Фарниева И.Т. ....	99
МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЕ ДИСПРОПОРЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ	
Фарниева И.Т., Беляева Г.Д. ....	100
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ	
Максимова К.А. ....	103
АВТОРСКАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА «ДАТА-КВАНТУМ. УГЛУБЛЕННЫЙ МОДУЛЬ» НА ПЛАТФОРМЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ДТ «КВАНТОРИУМ САРОВ»	
Тихонов М.А., Романова М.Д. ....	104
СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ КАРТИНЫ МИРА	
Широкалова Г.С. ....	105
ПЕРСПЕКТИВЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
Шувалов А.А., Кузнецова С.Н. ....	106
ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЦИКЛИЧНОСТИ И СЕЗОННОСТИ ЧИСЛЕННОСТИ БЕЗРАБОТНЫХ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ	
Юсупова С.М. ....	107
МЕЖДУНАРОДНЫЕ И НАЦИОНАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	
Маслов С., Мисатюк Е.В. ....	109

<b>СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИОФИЗИКЕ»</b> .....	111
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛОТНОСТИ СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА ГЛАЗА НА ДИНАМИКУ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ ИНЪЕКЦИИ	
Складчиков С.А., Лапонин В.С., Анпилов С.В., Савенкова Н.П. ....	111
МАРКОВСКАЯ ЦЕПЬ ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ КРОВИ ПО СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЕ (ССС)	
Кислухин В.В., Кислухина Е.В. ....	112
АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ РЕЦЕПТОРОВ NMDA В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ГИППОКАМПА	
Аксенова С.В., Батова А.С., Бугай А.Н., Душанов Э.Б. ....	113
МОДЕЛЬ РЕГУЛЯЦИИ ОБМЕНА ЛИПИДОВ В АДИПОЦИТАХ	
Чистякова Ю.А., Киселева Д.Г., Денисов Д.А., Плюснина Т.Ю. ....	114
МОДЕЛЬ РОСТА ДЕРЕВА В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ	
Чистякова Ю.А., Плюснина Т.Ю., Хрущев С.С. ....	115
МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖМОЛЕКУЛЯРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БЕЛКОВЫХ СТРУКТУР С СОЛЯМИ МЕТАЛЛОВ В ВОДНОМ ОКРУЖЕНИИ	
Наумов А.А., Пластун И.Л., Бокарев А.Н., Захаров А.А. ....	116
МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОЧАСТИЦ СУЛЬФИДОВ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ БАКТЕРИАЛЬНОГО СИНТЕЗА	
Пластун И.Л., Жулидин П.А., Филин П.Д. ....	117
ПОВЕДЕНИЕ НЕРВНО-СОСУДИСТОЙ ЕДИНИЦЫ ВО СНЕ ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ СНИЖЕНИЕМ КАЛЬЦИЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В АСТРОЦИТАХ	
Лошкарев Р.И., Постнов Д.Э. ....	119
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИТЕЛО-ЗАВИСИМОГО УСИЛЕНИЯ ИНФЕКЦИИ ПРИ SARS-COV 2	
Болдова А.Е., Коробкина Ю.Д., Нечипуренко Ю.Д., Свешникова А.Н. ....	120
МОДЕЛЬ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ГЛИКОПРОТЕИНОВ-VI ПРИ АКТИВАЦИИ ТРОМБОЦИТА	
Степанян М.Г., Мартянов А.А., Свешникова А.Н. ....	121
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПОВРЕЖДЕНИЯ НЕРВНЫХ КЛЕТОК ПРИ ДЕЙСТВИИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ	
Баярчимэг Л., Батмунх М., Бугай А.Н. ....	123
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕЙРОГЕНЕЗА ВЗРОСЛЫХ С УЧЁТОМ ПОПУЛЯЦИИ ЗРЕЛЫХ НЕЙРОНОВ	
Глебов А.А., Колесникова Е.А., Бугай А.Н. ....	123

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ СИГНАЛОВ В МИКРОТРУБОЧКАХ ПРИ ДЕЙСТВИИ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ	
Батова А.С., Бугай А.Н. ....	125
ДИАГНОСТИКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ	
Волков С.С., Кочуров А.А., Постников А.А., Тазина Т.В., Баковецкая О.В. ....	126
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОЛЕЙ МЕТАЛЛОВ И ФЛАГЕЛЛИНА В ХОДЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СУЛЬФИДА СЕРЕБРА.	
Захаров А.А., Пластун И.Л., Наумов А.А. ....	127
КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО ВЛИЯНИЮ ИОНОВ МЕДИ ( $\text{Cu}^{2+}$ ), ХРОМА ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) И КАДМИЯ ( $\text{Cd}^{2+}$ ) НА ПЕРВИЧНЫЕ РЕАКЦИИ ФОТОСИНТЕЗА	
Киселева Д.Г., Плюснина Т.Ю., Хрущев С.С. ....	129
МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИПИДНЫХ ПРЕДРОПЛЕТОВ В БИСЛОЕ ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКОГО РЕТИКУЛУМА	
Князева О.С., Цуканов А.А., Кисиль С.И., Докукина И.В., Грачев Е.А. ....	130
СТЕРИЧЕСКИЕ И ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ АНСАМБЛЕЙ ЛИПИДНЫХ ДРОПЛЕТОВ В ЭУКАРИОТИЧЕСКОЙ КЛЕТКЕ	
Кисиль С.И., Чернявский М.В., Мартышина А.В., Докукина И.В., Грачев Е.А. ....	131
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГЕТЕРОГЕННОСТИ В ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОМ АППАРАТЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ	
Дегтерева Н.С., Плюснина Т.Ю., Хрущев С.С. ....	132
ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ МИТОХОНДРИЙ НА КАЛЬЦИЙ-ЗАВИСИМЫЙ ЭКЗОЦИТОЗ ИНСУЛИНА БЕТА-КЛЕТКАМИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ	
Коврижных И.К., Степанова Ю.А., Тилинова О.М., Ямашев М.В., Докукина И.В., Грачев Е.А. ....	133
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МОДЕЛЕЙ ПИТАНИЯ К СТОХАСТИЧЕСКОМУ РАЗБРОСУ КАЛОРИЙНОСТИ, СОСТАВА И ВРЕМЕНИ ПРИЕМА ПИЩИ	
Кисиль С.И., Ямашев М.В., Чегодайкин И.М., Савина К.Н., Чернявский М.В., Докукина И.В., Грачев Е.А. ....	134
АГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В СТРОМАЛЬНЫХ И ГРАНАЛЬНЫХ ЛАМЕЛЛАХ ХЛОРОПЛАСТА	
Хрущев С.С., Плюснина Т.Ю., Коваленко И.Б., Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. ....	136
НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ФИТОПЛАНКТОН	
Хрущев С.С., Плюснина Т.Ю., Конюхов И.В., Дрозденко Т.В., Тимофеев И., Антал Т.К., Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. ....	137

ЧИСЛЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ SEIRD-МОДЕЛИ УСЛОВИЙ МАСОЧНОГО РЕЖИМА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ОГРАНИЧЕНИЯ ПО УРОВНЮ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ COVID	
Емельянова Д.С., Воеводин Е.Ю., Еремеева Н.И. ....	138
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ SEIRD-МОДЕЛИ УРОВНЯ ПОПУЛЯЦИОННОГО ИММУНИТЕТА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ЗАВЕРШЕНИЯ ЭПИДЕМИИ	
Марасова И.А., Савельева А.М., Еремеева Н.И. ....	139
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ВНЕШНИХ НАГРУЗОК	
Петрова М.А., Демин И.Ю. ....	141
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК АГАР-ФАНТОМА СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛАСТОГРАФИИ СДВИГОВОЙ ВОЛНЫ	
Синицын П.М., Дёмин И.Ю., Лисин А.А., Спивак А.Е. ....	142
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ЗОНДА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО	
Смагин И.Р., Бондаренко С.В., Любынская Т.Е., Солнышкова Л.В. ....	143
 <b>СЕКЦИЯ «МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»</b> .....	145
РАСПОЗНАВАНИЕ СИМВОЛОВ БРАЙЛЯ НА ФОТОГРАФИЯХ	
Зуев В. А., Стоян А. С. ....	145
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ПО В РОССИИ: ИСТОРИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ПУТИ РЕШЕНИЯ	
Сидоров А.А., Сидорова Е.В. ....	146
ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ	
Бакулина Н.А., Максимова К.А., Романовская Е.В. ....	147
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ	
Алексян А.О., Старков С.О., Моисеев К.В. ....	149
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ SQL И NOSQL ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ БАЗ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ БАЗЫ ДАННЫХ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ	
Волохонова К.С., Абросимова П.И. ....	150
АЛГОРИТМ ПОСТОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	
Кузнецов С.А., Абросимова П.И., Сивков С.И. ....	151

РАЗРАБОТКА ВИДЕНИЯ ЦЕЛЕВОЙ АРХИТЕКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ДОМЕННОМ УРОВНЕ	
Макейкин Е.Г., Федоренко Г.А. ....	152
МЕТОДЫ ВЕТЕРИНАРНОЙ ДИАГНОСТИКИ КРОВИ ЖИВОТНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	
Попов А. П., Юманов Д. С., Коваленко А. В., Степанов А.В., Димитриева А.И. ....	153
АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИТ СТРАТЕГИИ	
Долинская Е.Е., Федоренко Г.А. ....	154
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ УСЛОВИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	
Долинская Е.Е., Федоренко Г.А. ....	156
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ЭКОНОМИКЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	
Цымбалов С.Д., Шабаров А.А. ....	157
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ РОЛЬ В СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ	
Семахин Е.А., Бакулина Н.А., Максимова К.А. ....	158
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ BIG DATA НА ПРЕДПРИЯТИИ	
Сидоров А. А., Сидорова Е. В. ....	159
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ ПРОЦЕССНОЙ МОДЕЛИ	
Лошманова Т.Ф., Жешко Я.С., Шкаев Р.Е. ....	160
ТРЕТЬЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЧЕСКАЯ СЕССИЯ СаpФТИ НИЯУ МИФИ «ЭТИКА И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И УГРОЗЫ»	
Савченко О.В. ....	162
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОФИСНЫХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ	
Шилкин В.Н. ....	164
ТЕНДЕНЦИИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ	
Шилкин В.Н. ....	166
ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В РАЗРАБОТКЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР	
Пергаев А.О. ....	167
ARTIFICAL INTELLIGENCE FOR IT OPERATIONS (ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ДЛЯ ИТ-ОПЕРАЦИЙ)	
Майоров А.В. ....	168
ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОВ, ИМИТИРУЮЩИХ ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ	
Васянин Д.В., Макарець А.Б. ....	170

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ КАК ОДИН ИЗ САМЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СЕГМЕНТОВ ОТРАСЛИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	
Жешко Я. С. ....	171
ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ В МЕДИЦИНЕ	
Ионов В.Г., Макарец А.Б. ....	173
КОГНИТИВНАЯ РОБОТОТЕХНИКА	
Попова В.А. ....	174
ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ	
Сахно А.О. ....	176
НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ В РОБОТОТЕХНИКЕ	
Токарев В.А. ....	177
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ИНДУСТРИИ 4.0	
Чернова А.М. ....	178
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	
Чернова А.М. ....	180
ВМЕСТЕ ПОРОЗНЬ: ЧТО ОБЩЕГО У ТЕОРИИ ИГР И ЭФФЕКТИВНОГО МАЙНИНГА?	
Коршунова Ю.С., Макарец А.Б. ....	181
РАЗВИТИЕ РОБОТОТЕХНИКИ В ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ	
Палевич Е.А. ....	183
ФОРМИРОВАНИЕ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ	
Босенко Д.С. ....	184
ВОПРОСЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ В ПЕРИОД РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОРОНОВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ	
Морозкина В.И. ....	186
РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ МЕТОДА «РЕАЛИЗАЦИЯ УЛУЧШЕНИЙ» В ЧАСТИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА	
Суббот Н.В. ....	187
ПРОБЛЕМА РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ В РОССИИ	
Огурцова К.С. ....	189
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО КРИЗИСА В ОСВЕЩЕНИИ COVID-19	
Володина Т.О. ....	190

КОГНИТИВНОЕ ИСКАЖЕНИЕ КАК ТОЛЧОК К ОБУЧЕНИЮ СИСТЕМЫ С КОЛОССАЛЬНЫМ ТВОРЧЕСКИМ И НАУЧНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ	
Калинников И.В. ....	192
УГРОЗА БЕЗРАБОТИЦЫ ИЗ-ЗА РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	
Кузнецова М.П. ....	193
ИНТЕРФЕЙС ЧЕЛОВЕК-КОМПЬЮТЕР	
Лаптев И.В. ....	195
УЯЗВИМОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СМАРТФОНОВ	
Мохов А.Ю. ....	197
ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ВСЕХ СФЕР ОБЩЕСТВЕННОЙ ЖИЗНИ В ПРОЦЕССЕ СТАНОВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА	
Солодовникова А.С. ....	198
РАЗВИТИЕ АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМ	
Лялин Е.С., Макарец А.Б. ....	200
СМАРТ-КОНТРАКТЫ В БЛОКЧЕЙНЕ	
Кузнецова А.А. ....	201
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ЧИПОВ С ЦИФРОВОЙ ПОДПИСЬЮ	
Машин К.И., Макарец А.Б. ....	203
АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИБКИХ МЕТОДОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ COVID-19	
Сластухина М.В., Макарец А.Б. ....	204
«УМНЫЕ» БЫТОВЫЕ ПРИБОРЫ	
Хазов Е. Е. ....	206
РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЛАЧНОГО ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ НА ПЛАТФОРМЕ NEXTCLOUD	
Плотников М.В. ....	207
КВАНТОВАЯ КРИПТОГРАФИЯ – КРИПТОГРАФИЯ БУДУЩЕГО	
Смирнов М.М., Макарец А.Б. ....	209
ПЕРЕХОД К НОВЫМ БИЗНЕС-МОДЕЛЯМ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ	
Лошманова Т.Ф., Жешко Я.С., Мурзин А.А., Красицкий А.Е. ....	210
РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ НАБОРОВ РАЗМЕЧЕННЫХ ДАННЫХ	
Малахин В.А., Пшеничный С.И., Гончаров С.Н. ....	212

<b>СЕКЦИЯ «МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ»</b> .....	214
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В АЛЮМИНИЕВОМ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРЕ С УЧЁТОМ НЕОДНОРОДНОСТИ СВОЙСТВ СРЕД	
Анпилов С.В., Складчиков С.А., Лапонин В.С., Савенкова Н.П. ....	214
РЕЗУЛЬТАТЫ ВЕРИФИКАЦИИ АЛГОРИТМОВ И МОДЕЛЕЙ ПП ЛОГОС НА ПРИМЕРАХ РЕШЕНИЯ РЯДА ЗАДАЧ УДАРА ПО ПРОЧНЫМ ПРЕГРАДАМ СО СКОРОСТЯМИ ДО 2100 м/с	
Арапов И.Н., Бухарев Ю.Н.....	215
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ СТРУКТУР ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ВЕТРОВЫХ ВОЛН	
Лапонин В.С., Складчиков С.А., Анпилов С.В., Савенкова Н.П. ....	216
АЛГОРИТМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ДИСПЕРСНЫХ НАНОЧАСТИЦ	
Губанов А.Ш., Волчков С.С., Зимняков Д.А. ....	217
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ	
Дюков Н.В., Каныгин Р.И., Каныгин И.И. ....	219
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ В СЖАТОЙ СТОЙКЕ	
Вяткин Ю.А., Каныгин Р.И., Каныгин И.И., Пухов М.А. ....	220
РЕГИСТРАЦИЯ СЛОЖНЫХ ТЕЧЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МАРКЕРОВ	
Каныгин Р.И., Каныгин И.И., Новикова И.А., Огородников Л.Л. ....	220
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В ОБЛАСТИ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТКРЫТОГО КРОСПЛАТФОРМЕННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ PARAVIEW	
Нестеров М.А., Копысов Д.А.....	221
ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦ В СИЛЬНЫХ ПОЛЯХ ПРОТОЧНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	
Викулова Т.С., Диденкулов И.Н. ....	223
МОДУЛЬ СОГЛАСОВАНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНОГО РЕГИСТРАТОРА	
Сегин Д.Э., Воронков А.Ф. ....	224
УДАРНЫЕ АДАБАТЫ ПОРИСТОЙ МЕДИ В ОБЛАСТИ «ДАВЛЕНИЯ УПАКОВКИ».....	224
Скляднева Т.О., Батьков Ю.В., Трунин И.Р.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В СУБМОДУЛЯХ ВЫХОДНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ X-ДИАПАЗОНА	
Куликов А.А., Тарасов Р.Г., Сергеев В.А., Ходаков А.М.....	227

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В БОРТОВЫХ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКАХ	
Зайцев С.А., Фролов И.В., Ходаков А.М., Сергеев В.А. ....	228
ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ МОНТАЖА КРИСТАЛЛОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ МОЩНЫХ БИПОЛЯРНЫХ СВЧ-ТРАНЗИСТОРОВ К ШНУРОВАНИЮ ТОКА	
Куликов А.А., Литвинов К.А., Шуравин А.Д., Ходаков А.М. ....	230
ПЕРЕХОДНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В СВЕТОДИОДНЫХ СТРУКТУРАХ С УЧЕТОМ ТЕМПЕРАТУРНОГО СПАДА КВАНТОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	
Фролов И.В., Радаев О.А., Козликова И.С., Сергеев В.А. ....	231
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО КОМПЛЕКТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СОВОКУПНОСТИ ОБЪЕКТОВ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ ВОЗДУШНО-ДЕСАНТНЫХ ВОЙСК	
Гавзов В.В., Куприянов Г.В., Салтан В.В., Цыбизов Е.И. ....	232
МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕСКОНТАКТНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИНДУКЦИОННЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕТАЕМОГО ТЕЛА	
А.В. Зубанков, С.И. Герасимов, В.А. Кикеев. ....	234
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ВНЕШНИХ НАГРУЗОК	
Петрова М.А., Демин И.Ю. ....	235
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЯ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ ЖИДКОЙ ПЛЕНКОЙ	
Пикалова М.А. ....	236
РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА СВЯЗАННЫХ ПОДСТРУКТУР КРЕЙГА-БЭМПТОНА ДЛЯ РАСЧЕТА ЗАДАЧ МОДАЛЬНОГО АНАЛИЗА	
Рябовол А.А. ....	237
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК АГАР-ФАНТОМА СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛАСТОГРАФИИ СДВИГОВОЙ ВОЛНЫ	
Синицын П.М., Демин И.Ю., Лисин А.А., Спивак А.Е. ....	238
РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТА ГАЗОВОГО ПУЗЫРЬКА	
Ямщиков В.М. ....	239
МЕТОД ВЕКТОРОВ НЕВЯЗКИ ДЛЯ РАСЧЕТА ГАРМОНИЧЕСКОГО ОТКЛИКА КОНСТРУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СУПЕРПОЗИЦИИ СОБСТВЕННЫХ ФОРМ	
Тангалычева А.Р. ....	240
РЕШЕНИЕ ДВУМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЯВНЫХ РАЗНОСТНЫХ СХЕМ ТИПА ПРЕДИКТОР-КОРРЕКТОР НА ОСНОВЕ ПОЛИНОМОВ ЧЕБЫШЁВА И ЛАНЦОША	
Синатова Т.Е. ....	241

ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ КАТОДА СТРИПОВЫХ КАМЕР ПОСЛЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА БАК	
Коновалова Т.А., Бузовера М.Э., Гаврилов Г.Е. ....	242
ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРМОКОМПЕНСАЦИОННО-ДЕМПФИРУЮЩИХ ПРОКЛАДOK	
Е.С. Медведев, Ю.А. Вяткин, М.А. Пухов, Л.Н.Сметанин .....	243
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ИНТЕНСИВНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В СРЕДАХ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ ЗАТУХАНИЕМ	
Калинкина Е.М., Демин И.Ю. ....	244
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГРУППОВОГО ДЕСАНТИРОВАНИЯ МОТОВЕЗДЕХОДОВ	
Янкавцев А.В., Волков С.С., Пузевич Н.Л., Авраменко Д.В., Демихов С.В. ....	245
РЕАЛИЗАЦИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО МЕТОДА ПРОГОНКИ НА ГРАФАХ ПРИ РЕШЕНИИ ДВУМЕРНОГО КВАЗИЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НА БЛОЧНО-СТРУКТУРИРОВАННЫХ КРАТНЫХ СЕТКАХ	
Уразов П.В. ....	246
ФОТОННЫЙ ДОПЛЕРОВСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ СКОРОСТИ	
Барабанов А.В., Батьков Ю.В., Демидович А.В., Фролова А.Н. ....	247
КОАГУЛЯЦИЯ И ФРАГМЕНТАЦИЯ КАПЕЛЬ ЖИДКОСТЕЙ	
Барабанов А.В., Батьков Ю.В., Демидович А.В., Фролова А.Н. ....	248
ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ВАВИЛОВА-ЧЕРЕНКОВА В РАЗЛИЧНЫХ ПОСТАНОВКАХ ЗАДАЧИ И ПРИБЛИЖЕНИЯХ	
Гончаров Е.С., Чернышев Д.М. ....	249
ЧИСЛЕННАЯ МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ СТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТОНКОСТЕННЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА БАЗЕ ТРЕУГОЛЬНОГО КОНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА В КОМПЛЕКСЕ ПРОГРАММ ЛОГОС	
Чикин А.М., Глазунов В.А. ....	251
РАСЧЕТ СРЕДНЕГО РАЗМЕРА КЛАСТЕРОВ ЧАСТИЦ В ОСАДКЕ ВЫСУШЕННОЙ КАПЛИ	
Золотарев П.А., Колегов К.С. ....	251
АНАЛИЗ НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТИ МОДЕЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА МОДУЛЯ УПРУГОСТИ МЯГКИХ МАТЕРИАЛОВ НА НАНОМАСШТАБЕ	
Докукин М.Е., Говорунов Н.Н., Лебедев О.Н., Щепелев А.А. ....	253

<b>СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ» .....</b>	<b>254</b>
<b>МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАРКЕТИНГОВЫХ СТРАТЕГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ</b>	
Бакулина Н. А. ....	254
<b>О ПРИМЕНЕНИИ СРЕДСТВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СЕТКИ В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ ПО МЕТОДИКЕ МИМОЗА</b>	
Воеводин А. В., Бабанов А. В., Щербakov А. Н. ....	255
<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ГЕШТАЛТПСИХОЛОГИИ В ГРАФИЧЕСКОМ ДИЗАЙНЕ</b>	
Галкина Д. А., Романова М. Д. ....	256
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ В ОТКРЫТОЙ ВОДЕ В ПАКЕТЕ ПРОГРАММ «ЛОГОС»</b>	
Герасимов А.В., Глазунова Е.В., Коротков А.В. ....	257
<b>АЛГОРИТМЫ РАСЧЕТА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ В ДВУХФАЗНОЙ ОБЛАСТИ ЖИДКОСТЬ-ПАР</b>	
Данилов А.С., Куделькин В.Г., Гордеев Д.Г., Жильникова Н.Н. ....	258
<b>ВЕРИФИКАЦИЯ И ВАЛИДАЦИЯ ПАКЕТА ПРОГРАММ ЛОГОС ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МОДЕЛИРОВАНИЮ ТЕПЛОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОБОРУДОВАНИИ РУ ВВЭР</b>	
Данилов Е.А., Денисова О.В., Деулин А.А., Шестак О.О., Соловьев С.С. ....	259
<b>АЛГОРИТМЫ ПОСТОБРАБОТКИ В ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ SCIENTIFICVIEW</b>	
Жирнов В.В., Ломтев В.В., Кондратьев Д.С., Нестеров Е.В., Кузьмин В.В., Воробьев О.Ю. ....	260
<b>АДАПТАЦИЯ АЛГОРИТМОВ РАСЧЕТА ИДЕАЛЬНОЙ ДЕТОНАЦИИ В МЕТОДИКЕ ЛЭГАК ДЛЯ АРИФМЕТИЧЕСКИХ УСКОРИТЕЛЕЙ NVIDIA</b>	
Иванова К.В., Краюхин С.А. ....	261
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РАСЧЁТА ГРАДИЕНТОВ МЕТОДОМ ГРИНА-ГАУССА В КОНЕЧНО-ОБЪЕМНЫХ МЕТОДАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ</b>	
Кондрахин Н. П., Вишняков А.Ю. ....	262
<b>МОДЕРНИЗАЦИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ МЕТОДИКИ «ПИ»</b>	
Малкаров А.А., Романова М.Д., Фролова Н.В. ....	263
<b>РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СВЯЗЕЙ ДЛЯ УЧЕТА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ СВЯЗАННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ С</b>	

ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНИЗМА КОМАНД CCF МОДУЛЬНОЙ ИНТЕГРАЦИОННОЙ ПЛАТФОРМЫ «ЛОГОС ПЛАТФОРМА»	
Нестеров Л.Н., Денисова О.В.....	264
МЕТОД ПРУЖИННОЙ АНАЛОГИИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С УЧЁТОМ ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ В ПРОДУКТЕ ЛОГОС ТЕПЛО	
Серяков Ю.Д., Глазунов В.А.....	265
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ПОСАДКИ И УСИЛИЯ ЗАПРЕССОВКИ ВАЛА ВО ВТУЛКУ	
Скворцов А.А., Романова М.Д., Стаканов Я.С.....	266
ОСОБЕННОСТИ WEB-РАЗРАБОТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФРЕЙМВОРКОВ FLASK И DJANGO	
Богатырев В.О., Заньков Е.С., Коротков М.С., Майоров А.А. ....	267
ВЕРИФИКАЦИЯ ПАКЕТА ПРОГРАММ «ЛОГОС» ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАДАЧ СУДОСТРОЕНИЯ	
Хорева А.С., Глазунова Е.В. ....	268
УСКОРЕНИЕ ПРОЦЕССА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ МНОГОСЛОЙНО-ПЕРСЕПТРОННОГО ТИПА	
Щербаков А.Н., Бабанов А.В. ....	269
РЕАЛИЗАЦИЯ МАНДАТНОГО РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА ВСУБД POSTGRESQL ДЛЯ ЗАЩИЩЁННОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «АРАМИД»	
Симаков В.Ю., Липов Д.И., Пищулин И.А. ....	271
ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ	
Новиков О.В., Петрик А.Н., Бармин А.М., Симаков В.Ю., Юлин Ю.А., Игонькин М.Н. .....	272
ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ C# ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИГРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ	
Волчков Д.С., Травова Н.Н. ....	273
РАЗРАБОТКА ИГР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТАРИЯ UNITY 2D	
Еременко Н.Н., Соловьев Т.Г.....	274
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ JAVA-ИГР НА ANDROID	
Колганов Р.А., Макарец А.Б. ....	275
ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ PHP И MYSQL ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЕБ-САЙТОВ	
Самаров Д. О., Рябков А.В.....	277

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ACCESSABILITY ПРИ РАЗРАБОТКЕ СОВРЕМЕННЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ	
Гарипов И. Г., Холушкин В.С. ....	278
СЛОЖНОСТИ В СПОЛЬЗОВАНИИ ЛАЗЕРНЫХ ЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ПЛОХИХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ	
Друцкий А. С., Павлов В.А. ....	280
ПРИМЕНЕНИЕ ФАЗЗИНГ-ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ.	
Заньков Е. С., Коротков М. С., Сысоев В. Н., Ильин М. О. ....	281
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ИСХОДНЫХ ТЕКСТОВ (ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ: C/C++)	
Коротков М. С., Заньков Е. С., Сысоев В. Н., Ильин М. О. ....	282
ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ SLURM И КЛАСТЕРОВ	
Новиков В. В., Павлов В.А. ....	284
TNG50 - НАГЛЯДНАЯ СИМУЛЯЦИЯ ЭВОЛЮЦИИ ВСЕЛЕННОЙ	
Шепель А.А., Макарец А.Б. ....	285
ГЛУБОКОЕ МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ	
Круглов П.В., Соловьев Т.Г. ....	287
ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ РОЕВОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КИНЕМАТОГРАФИИ	
Хорошилов Л. Н., Алексеев В.В. ....	288
РАЗРАБОТКА КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ЭКГ	
Дьяков В.В. ....	289
СОВРЕМЕННАЯ ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОСТИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ	
Макаева Ю.Ю., Травова Н.Н. ....	291
РЕАЛИЗАЦИЯ АСИНХРОННОСТИ В АРХИТЕКТУРЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПОРТАТИВНОГО КАРДИОРГАФА «МИОКАРД-25»	
Субарев А. А., Холушкин В.В. ....	292
COVID-19 И НОВЫЙ ВЕКТОР РАЗВИТИЯ ДЛЯ AGILE	
Фаткина В.А., Холушкин В.С. ....	294
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ В РАБОТЕ С МЕДИА КОНТЕНТОМ	
Бофонов А. А. ....	295
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ В ПОИСКЕ ЛЕКАРСТВ ОТ COVID-19	
Кузмина М. В., Кирпиченко Э.В. ....	297

ИНФОРМАЦИОННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ	
Чиркова А.В., Алексеев В.В. ....	299
ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ КОГНИТИВНО- ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ	
Шестакова Н.В. ....	300
ОСОБЕННОСТИ WEB-РАЗРАБОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ REST- АРХИТЕКТУРЫ	
Волынкин В.А., Рябков А.В. ....	302
SCINOS – СТАНДАРТ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ	
Еремкина И. Г., Макарец А.Б. ....	303
ПРОБЛЕМАТИКА СТАНДАРТИЗАЦИИ ГЕОДАННЫХ ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	
Резайкин Ю. С. ....	304
ПРОБЛЕМАТИКА ОБЕЗЛИЧИВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ ЛОКАЛЬНЫХ ИНСТАЛЛЯЦИЙ HRM-СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЯОК	
Рудаков Ф. С. ....	306
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ SERVERLESS ПРИЛОЖЕНИЙ	
Пантелеев А.С., Соловьев Т.Г. ....	307
АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ И ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗВИТИЯ КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРОВ	
Волынкин В. А., Коротков М. С., Богатырев В. О., Кузьева С. Р. ....	309
АНАЛИЗ ПОМЕЧЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕДЕКЛАРИРОВАННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ	
Коротков М.С., Заньков Е. С., Шкаев Р. С., Мурзин А. А.,Красицкий А. Е. ....	310
ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ MICROSOFT EXCEL	
Кузнецов В. В., Денисова Н. А. ....	312
<b>СЕКЦИЯ «ШКОЛЬНАЯ СЕКЦИЯ»</b> .....	315
ОЦЕНКА ПЕРОРАЛЬНОЙ ДОЗЫ	
Грачев С.С., Байгулова А.А., Шиловская Е.С., Истомина Н.Ю. ....	315
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ВЕРШИН ЯЧЕЕК РАСЧЕТНОЙ СЕТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ПРУЖИННОЙ АНАЛОГИИ	
Куканова Т.С., М.Н.Глазунова.....	316
МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ МОДУЛЬ	

Волкова А., Волкова С. Н. ....	317
ЭФФЕКТ МПЕМБЫ	
Блохин К.М., Волков А.С. ....	318
ПРОГРЕССИИ В НАШЕЙ ЖИЗНИ	
Коншина А., Таратынова Л.И. ....	319
ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ И ВИДОВОЙ СОСТАВ ПАТОГЕНОВ В ПАРКАХ ГОРОДА САРОВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	
Луковкин В.Р., Макеева М.А., Якунькова Е.Е. ....	321
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЧЕТКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ГРАФИЧЕСКИХ ФАЙЛОВ В МАТНСАД	
И.А. Зубанков, А.В. Зубанков ....	322
ПРИРОДНОЕ ЯВЛЕНИЕ - МОЛНИЯ	
Штода Р.О., Гришина А.К. ....	323
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ИНДУКЦИОННЫЙ ДАТЧИК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ВОЗДУШНОГО ЗАЗОРА	
И.А. Зубанков, А.В. Зубанков ....	324
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В БЫТУ	
Тишкина А.А., Гришина А.К. ....	325
АПРОЦЕСС КАПЛЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ СТОЛКНОВЕНИИ ТВЁРДОГО ТЕЛА С ПОВЕРХНОСТЬЮ ЖИДКОСТИ	
Анашкина А.А., Саушкина А.Р., Родионов А.В. ....	326
СОЗДАНИЕ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ МОЙКИ ВОЗДУХА	
Баканова В.В., Якунькова Е.Е. ....	327
УМНЫЙ КУРЯТНИК	
Седохин А.С., Якунькова Е.Е. ....	328
БЫСТРОЕ И ТОЧНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ КАЧЕСТВА ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	
Деркач Д.В., Деркач В.Н. ....	329
ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗАГОРОДНОГО ДОМА МАЛОЙ ПЛОЩАДИ (НЕ БОЛЕЕ 50 М <sup>2</sup> ЖИЛОЙ ПЛОЩАДИ)	
Резепов А.И., Видякина Н.Б. ....	330
ГОЛОГРАФИЯ И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ	
Шаров А.В., Видякина Н.Б. ....	331
ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ЗВУКОВЫХ ВОЛН НА МЕЛКИЕ ЧАСТИЦЫ НЕЖИВОЙ ПРИРОДЫ	

Яценко С.Л., Видякина Н.Б. .... 332

**СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ И СОЦИОЛОГИИ» II ЧАСТЬ ..... 334**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «ЦИФРОВЫХ» ПРОДУКТОВ В ПРОЦЕССЕ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКЕ**

Додин А.А., Колганов А.Ю., Соломенин С.Ф., Мачкаева М.Ю., Рябков А.В. .... 334

**ИСЧИСЛЯЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОСВОЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА**

Додин А.А., Тимофеев А.В., Барченкова С.А., Юрьева А.В., Тулаева Н.В. .... 335

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ВСЕРОССИЙСКОЙ МОЛОДЕЖНОЙ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННОЙ ШКОЛЫ «МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

Додин А.А., Рябков А.В., Конькова М.И., Прокофьева Н.В., Юферева Т.В. .... 337

**ПРОВЕДЕНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Докукина И.В., Чернявский В.П., Конькова М.И., Прокофьева Н.В., Лебедева А.В., Юферева Т.В. .... 338

**КИБЕРСПОРТ, КАК ОДНО ИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОРТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ**

Колганов А.Ю., Мочкаева М.Ю., Мочкаев А.А., Соломенин С.Ф. .... 339

**К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ УСТНОЙ И ПИСЬМЕННОЙ РЕЧИ В РАМКАХ ИНТЕНСИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Барченкова С.А., Тимофеев А.В., Юрьева А.В. .... 340

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМЫ ZOOM В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ АУДИРОВАНИЯ У СТУДЕНТОВ НЕЯЗЫКОВЫХ ВУЗОВ**

Барченкова С.А., Юрьева А.В. .... 342

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ НЕЯЗЫКОВЫХ ВУЗОВ В ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА**

Барченкова С.А., Тимофеев А.В., Юрьева А.В. .... 343



РФЯЦ-ВНИИЭФ  
РОСАТОМ



**ГАЗПРОМБАНК**

## СПОНСОРЫ

**XV Всероссийская молодежная научно-инновационная  
школа «Математика и математическое моделирование»**

ISBN 978-5-6044528-8-2



9 785604 452882