

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»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра «Общетехнических дисциплин и электроники»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФИТЭ, к.ф.-м.н., доцент

_____ **В.С. Холушкин**

«___» _____ **2023 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Химия

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	15.03.03 Прикладная механика
Наименование образовательной программы	Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ОТДиЭ

к.ф.-м.н., доцент

протокол № _____ от _____ 2023 г.

_____ **Ю.В. Батьков**

«___» _____ 2023 г.

г. Саров, 2023 г.

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ОТДиЭ, к.ф.-м.н., доцент

Ю.В. Батьков

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ОТДиЭ, к.ф.-м.н., доцент

Ю.В. Батьков

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ОТДиЭ, к.ф.-м.н., доцент

Ю.В. Батьков

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ОТДиЭ, к.ф.-м.н., доцент

Ю.В. Батьков

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/	Интерактивные часы
1	16	4	144	32	16	8	52	0	Экз	16
ИТОГО	16	4	144	32	16	8	52	0	36	16

АННОТАЦИЯ

Закрепление и активизация знаний по основным понятиям и принципам химии, полученных в средней школе. Углубление понимания законов, управляющих химическими реакциями: термодинамики, кинетики, химического равновесия, окисления и восстановления. Изучение основных типов реакций, протекающих в растворах. Приобретение навыков применения общих законов физической химии к реакциям между конкретными веществами, предсказания возможности их протекания и продуктов. На основании усвоенных закономерностей изучение свойств химических элементов и их важнейших соединений. Краткое рассмотрение основных классов органических соединений и их реакций. Получение элементарных навыков химического эксперимента.

Этот курс посвящён изучению основных понятий и законов современной химии. На их основе рассматриваются свойства химических элементов, неорганических и органических соединений, дисперсных систем.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Данная рабочая программа по дисциплине «Химия» предназначен для подготовки бакалавров нехимических технологических направлений. Для освоения программы по дисциплине «Химия» учащийся должен иметь базовое среднее (полное) общее образование или среднее техническое образование.

Целью изучения дисциплины «Химия» для бакалавров нехимических направлений является обучить студентов наиболее общим законам и принципам химии в объеме, необходимом для формирования у бакалавров основ химического мышления и привития навыков самостоятельного анализа и решения прикладных задач, требующих использования химических знаний.

Общетеоретическую базу курса составляют учение о строении вещества, термодинамика и кинетика химических реакций, теория обменных и окислительно-восстановительных процессов, основы органической химии. Кроме того, для активизации приобретенных знаний в процессе преподавания дисциплины студентам даются примеры практического применения основных законов химии, рассматриваются задачи (ситуации), требующие комплексного применения различных разделов химии.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Индекс дисциплины: Б1.О.12

Дисциплина «Химия» относится к обязательной части рабочего учебного плана по направлению 15.03.03 Прикладная механика.

Для освоения программы по дисциплине «Химия» учащийся должен иметь базовое среднее (полное) общее образование или среднее техническое образование.

Изучение дисциплины «Химия» необходимо для успешного освоения следующих дисциплин:

- Технологические процессы в машиностроении
- Материаловедение
- Электрофизические и электрохимические методы обработки

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности. ОПК-7 Способен применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.	3-УК-1 Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач 3-ОПК-1 Знать физические основы механики, физику колебаний и волн, молекулярную физику и термодинамику, электричество и магнетизм, оптику, атомную и ядерную физику, методы математического анализа У-ОПК-1 Уметь на практике применять знание физических законов к решению учебных, научных и научно-технических задач; находить аналогии между различными явлениями природы и техническими процессами В-ОПК-1 Владеть методами проведения физического эксперимента математической обработки полученных результатов, их анализировать и обобщать их; составлять отчет о своей работе с анализом результатов 3-ОПК-7 Знать современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении У-ОПК-7 Уметь применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасную жизнедеятельность людей и их защиту от возможных аварий, катастроф и стихийных бедствий; способы рационального использования сырьевых, энергетических и др. видов ресурсов В-ОПК-7 Владеть приемами применения современных методов для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасную жизнедеятельность людей и их защиту от возможных аварий, катастроф и стихийных бедствий; способами рационального использования сырьевых, энергетических и др. видов ресурсов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 5.3)
			32	16	8	52		
Семестр 1								
1.	Строение вещества	1-4, 10	4,5	3	–			8
1.1.	Введение	1-2	0,5	1	–		ДЗ	1
1.2.	Строение атома	1-4	1,5	1	–		ДЗ, Контр.	5
1.3.	Химическая связь и межмолекулярные взаимодействия	2-3, 10	2,5	1	–		ДЗ	2
2.	Основные закономерности химических процессов. Термодинамика и кинетика	3-8	4	3	–		Контр.	8
2.1.	Элементы химической термодинамики	3-4, 8	1	1,25	–		ДЗ	3
2.2.	Химическая кинетика. Химическое равновесие. Катализ	3-8	3	1,75	–		ДЗ	5
3.	Растворы. Дисперсные системы. Электрохимические процессы	5-16	4	5	8			26
3.1.	Растворы	5-16	3	4	8		ДЗ, Контр., ЛР	23
Рубежный контроль		8					КИ	21
3.2.	Электрохимические процессы	6-7, 10-12	1	1	–		ДЗ, Контр.	3
4.	Химия элементов и их соединений	7-16	15	3	–		Контр.	7,5
4.1.	Водород	7-8	1,5	–	–		–	–
4.2.	Элементы первой и второй групп	8	1	0,5	–		ДЗ	0,5
4.3.	Элементы группы бора	8-9	2	–	–		–	–
4.4.	Элементы группы фтора	9, 12, 16	0,5	0,75	–		ДЗ	3
4.5.	Элементы группы кислорода	9-10, 14	2,5	0,5	–		ДЗ	0,5
4.6.	Элементы группы азота	10-16	2,5	0,75	–		ДЗ	3
4.7.	Элементы группы углерода	12-14	4	–	–		–	–
4.8.	Химия d-элементов	14	1	0,5	–		ДЗ	0,5
5.	Основы органической химии	14-16	4,5	2	–			0,5
5.1.	Элементы органической химии	14-16	2,5	2	–		ДЗ	0,5
5.2.	Коллоидные и дисперсные системы	16	1,5	–	–		–	–

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 5.3)
			32	16	8	52		
5.3	Заключение	16	0,5	—	—		—	—
Рубежный контроль		16					КИ	29
Промежуточная аттестация			Экзамен				36	45
Посещаемость								5
Итого:								100

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

Контр. – контрольная работа

ДЗ – домашнее задание

ЛР – задания для выполнения и вопросы для защиты лабораторных работ

КИ – контроль итогов

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Строение вещества	
1.1.	Введение	Предмет и задачи химии. Место химии в ряду фундаментальных наук. Основные понятия и законы химии. Эквивалент, закон эквивалентов.
1.2.	Строение атома	Составные части атома. Атомное ядро. Основные количественные характеристики атома: атомная масса, заряд ядра. Квантовомеханическая модель атома. Корпускулярно-волновой дуализм. Характеристика состояния электрона в атоме системой квантовых чисел. Принцип Паули и правило Хунда. Форма граничной поверхности электронной плотности для s-, p- и d-орбиталей. Энергетический ряд атомных орбиталей. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева, электронные формулы атомов и ионов. Периодическое изменение свойств элементов (простых веществ) и их соединений. Энергии ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность; закономерности изменения этих величин по группам и периодам.
1.3.	Химическая связь и межмолекулярные взаимодействия	Типы химической связи: ковалентная и ионная; их свойства. Обменный и донорно-акцепторный механизмы образования связи. Квантовохимические методы описания химической связи: метод валентных связей и метод молекулярных орбиталей (МО ЛКАО). Сигма(σ)- и пи(π)-связи. Представления о гибридизации атомных орбиталей при описании химической связи в молекулах. Основные характеристики ковалентной связи: энергия (энтальпия) связи, длина, кратность, валентный угол, полярность связи. Дипольный момент связи и дипольный момент молекулы. Агрегатное состояние вещества. Кристаллическое и аморфное состояние. Кристаллическая решетка. Химическая связь в кристаллических телах. Металлическая связь. Металлы, проводники, полупроводники и диэлектрики. Водородная связь, межмолекулярные взаимодействия. Комплексные соединения: ион-комплексобразователь, лиганды, внутренняя и внешняя сферы, координационное число. Моно- и полидентатные лиганды. Номенклатура комплексных соединений.
2.	Основные закономерности химических процессов. Термодинамика и кинетика	
2.1.	Элементы химической термодинамики	Внутренняя энергия и энтальпия систем. Первый закон термодинамики. Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения процессов. Энтальпии образования химических соединений. Закон Гесса и следствия из него. Понятие об энтропии и ее изменении в химических превращениях. Энергия Гиббса и ее изменение в химических процессах. Критерий самопроизвольного протекания химических реакций в изобарно-изотермических условиях.

2.2.	Химическая кинетика. Химическое равновесие. Катализ	Гомогенные и гетерогенные реакции. Скорость гомогенных химических реакций. Факторы, влияющие на скорость химической реакции. Зависимость скорости химической реакции от концентраций реагирующих веществ, закон действия масс. Константа скорости. Кинетическое уравнение. Порядок и молекулярность реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Правило Вант-Гоффа. Энергия активации. Химические реакции в гетерогенных системах. Химическое равновесие. Обратимые и необратимые реакции. Константа химического равновесия, ее связь с термодинамическими характеристиками системы. Смещение равновесия и принцип Ле Шателье-Брауна. Химическое равновесие в гетерогенных системах. Гомогенный и гетерогенный катализ. Понятие о механизмах гомогенного катализа и гетерогенного катализа. Каталитические яды, ингибиторы.
3.	Растворы. Дисперсные системы. Электрохимические процессы	
3.1.	Растворы	Определение и классификация растворов. Растворение как физико-химический процесс. Растворимость. Способы выражения концентрации растворов. Растворы электролитов и не-электролитов. Водные растворы электролитов. Особенности воды как растворителя. Водородный показатель среды (рН). Методы определения величины рН. Электролитическая диссоциация в водных растворах. Сильные (неассоциированные) и слабые (ассоциированные) электролиты. Константа и степень диссоциации слабого электролита. Буферные растворы. Гидролиз солей. Уравнения реакций гидролиза. Степень гидролиза, константа гидролиза. Необратимый гидролиз. Ионные реакции в растворах. Равновесие малорастворимый электролит – насыщенный раствор. Произведение растворимости. Условия выпадения и растворения осадка. Представление о современных теориях кислот и оснований. Константы кислотности и основности. Понятие о кислотах и основаниях Льюиса. Диссоциация комплексных соединений.
3.2.	Электрохимические процессы	Определение и классификация электрохимических процессов. Окислительно-восстановительные реакции. Важнейшие окислители и восстановители. Окислительно-восстановительный потенциал. Направление протекания окислительно-восстановительных реакций. Электродный потенциал. Водородный электрод сравнения. Уравнение Нернста.
4.	Химия элементов и их соединений	
4.1.	Водород	Место водорода в Периодической системе Д. И. Менделеева. Изотопы водорода. Способы получения водорода. Физические и химические свойства водорода. Соединения водорода с металлами и неметаллами. Вода и ее строение. Диаграмма состояния воды. Вода в природе. Химические и физико-химические способы очистки природной воды. Пероксид водорода, получение, структура и свойства.
4.2.	Элементы первой и	Щелочные металлы, нахождение в природе и получение.

	второй групп	Важнейшие соединения щелочных металлов: оксиды, гидроксиды, пероксиды. Применение щелочных металлов и их соединений. Щелочноземельные металлы и магний. Получение, химические свойства оксидов, гидроксидов и солей магния, кальция и бария. Жесткость воды и способы ее устранения.
4.3.	Элементы группы бора	Химические свойства бора. Соединения бора с кислородом, водородом и галогенами. Нахождение бора в природе. Получение бора. Карбораны. Соединения бора с азотом. Борные кислоты и их соли. Применение соединений бора. Нахождение алюминия в природе. Получение алюминия и его химические свойства. Соединения алюминия с кислородом и галогенами. Оксид и гидроксид алюминия, их химические свойства. Амфотерный характер соединений алюминия. Аллюминаты. Гидролиз солей алюминия. Сплавы алюминия с другими металлами. Применение алюминия и его соединений.
4.4.	Элементы группы фтора	Общая характеристика галогенов: нахождение в природе, способы получения, физические и химические свойства. Галогеноводороды и галогениды металлов. Кислородсодержащие кислоты галогенов и их соли.
4.5.	Элементы группы кислорода	Кислород. Строение молекулы кислорода. Получение и химические свойства кислорода. Озон, строение молекулы, получение и применение озона. Биологическая роль кислорода и озона в живых системах. Сера. Химические свойства серы. Соединения серы с водородом и кислородом. Сероводород и сероводородная кислота. Соли сероводородной кислоты (сульфиды), их растворимость в воде и взаимодействие с минеральными кислотами. Оксиды серы и соответствующие им кислородсодержащие кислоты. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства сернистой и серной кислот. Соли сернистой и серной кислот.
4.6.	Элементы группы азота	Азот. Получение, физические и химические свойства азота. Соединения азота с металлами (нитриды): их получение и свойства. Аммиак: промышленный синтез, физические и химические свойства, применение. Равновесия в водном растворе аммиака. Термическое разложение солей аммония. Оксиды азота: строение молекул, получение и химические свойства. Азотистая кислота и ее соли (нитриты). Окислительно-восстановительные характеристики этих соединений. Азотная кислота. Получение в промышленности. Химические свойства азотной кислоты. Применение азотной кислоты и ее солей. Фосфор. Аллотропные модификации фосфора. Получение и химические свойства фосфора. Соединения фосфора с металлами и неметаллами. Фосфин и фосфиды, их получение, взаимодействие с водой. Оксиды фосфора и фосфорсодержащие кислоты. Соли фосфорной кислоты и их химические свойства.
4.7.	Элементы группы углерода	Углерод и его аллотропные модификации. Биологическая роль углерода. Круговорот углерода в природе. Неорганические соединения углерода. Карбиды металлов.

		Оксиды углерода. Угольная кислота и ее соли. Соединения углерода с галогенами, серой и азотом. Карбамид. Сероуглерод. Цианиды. Карбонилы металлов. Кремний. Соединения кремния. Силаны. Галогениды кремния. Силициды. Оксид кремния. Кремниевые кислоты и их соли. Гидролиз силикатов. Силикагель. Силиконы и силоксаны. Соединения кремния в природе. Стекла и ситаллы. Керамика. Понятие о вяжущих материалах. Краткая характеристика химических свойств германия, олова, свинца и их соединений. Применение соединений углерода, кремния, германия, олова и свинца.
4.8.	Химия d-элементов	Положение d-элементов в Периодической системе Д. И. Менделеева. Особенности химии d-элементов. Химические свойства d-элементов на примере хрома, железа и меди. Кислотно-основные свойства оксидов и гидроксидов этих элементов. Комплексные соединения хрома, железа и меди. Закономерности изменения химических свойств d-элементов и их соединений в группах.
5.	Основы органической химии	
5.1.	Элементы органической химии	Предмет органической химии. Теория химического строения А. М. Бутлерова. Изомерия. Углеводороды. Гомологические ряды углеводородов. Функциональные производные углеводородов. Классификация и номенклатура органических соединений. Нахождение органических соединений в природе. Возобновляемые источники органических соединений. Предельные и непредельные углеводороды: алканы, алкены, алкины. Циклические углеводороды. Ароматические углеводороды. Гетероциклические соединения. Основные классы органических соединений. Галогенпроизводные углеводородов. Кислородсодержащие производные углеводородов: спирты, фенолы, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты. Азотсодержащие производные углеводородов: нитросоединения, амины. Получение и химические свойства основных классов органических соединений. Органические полимерные материалы.
5.2.	Коллоидные и дисперсные системы	Дисперсность и дисперсные системы. Классификация дисперсных систем. Суспензии и эмульсии. Классификация коллоидных систем. Гели и золи. Мицеллы, их образование и строение. Критическая концентрация мицеллообразования. Оптические и электрические свойства коллоидных систем. Методы получения и разрушения коллоидных систем. Коллоидные системы в природе.
5.3.	Заключение	Перспективы развития химической науки и химической технологии на современном этапе. Химико-экологические проблемы взаимодействия человека с окружающей средой.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Строение вещества	

1.1.	Введение	Расчёты по химическим уравнениям. Определение молярной массы эквивалента простых и сложных веществ.
1.2.	Строение атома	Электронное строение атомов, квантовые числа.
1.3.	Химическая связь и межмолекулярные взаимодействия	Химическая связь. Гибридизация атомных орбиталей. Комплексные соединения. Номенклатура.
2.	Основные закономерности химических процессов. Термодинамика и кинетика	
2.1.	Элементы химической термодинамики	Тепловые эффекты химических процессов. Закон Гесса. Критерий самопроизвольного протекания процесса. Энергия Гиббса. Энтропия.
2.2.	Химическая кинетика. Химическое равновесие. Катализ	Основные понятия химической кинетики. Равновесие. Принцип Ле Шателье – Брауна. Расчет равновесных концентраций и давлений по термодинамическим данным.
3.	Растворы. Дисперсные системы. Электрохимические процессы	
3.1.	Растворы	Способы выражения концентраций растворов. Электролитическая диссоциация. Обменные реакции. Ионно-молекулярные уравнения. Гидролиз солей. Определение pH водных растворов электролитов. Производство растворимости. Условия образования и растворения осадков. Реакции образования и разрушения комплексных соединений
3.2.	Электрохимические процессы	Окислительно-восстановительные реакции и вычисление э.д.с. ОВР.
4.	Химия элементов и их соединений	
4.2.	Элементы первой и второй групп	Свойства соединений магния и кальция; жесткость воды.
4.4.	Элементы группы фтора	Химические свойства и соединения галогенов.
4.5.	Элементы группы кислорода	Соединения серы.
4.6.	Элементы группы азота	Химические свойства и соединения азота и фосфора.
4.8.	Химия d-элементов	Соединения d-элементов (на примере железа, хрома и меди).
5.	Основы органической химии	
5.1.	Элементы органической химии	Классификация и номенклатура органических соединений. Взаимопревращения различных классов органических соединений. Получение сложных эфиров. Реакция этерификации.

Лабораторные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
3.	Растворы. Дисперсные системы. Электрохимические процессы	
3.1.	Растворы	Приготовление раствора заданной концентрации; определение теплового эффекта растворения соли; определение теплового эффекта реакции нейтрализации; определение pH раствора.

4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов организована с помощью домашних заданий, которые выдаются после каждого практического занятия, кроме последнего.

Обучающимся доступны следующие учебно-методические материалы, помогающие справиться с домашними заданиями:

1. Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учебно-практическое пособие для бакалавров / Н. Л. Глинка; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. – 14-е изд. – М.: Юрайт, 2014. – 236 с. – (Бакалавр. Базовый курс).
2. Конспекты практических занятий с подробным разбором порядка решения задач и, в необходимых случаях, краткими теоретическими сведениями. Конспекты в виде pdf-файлов размещаются в облачном хранилище OneDrive и доступны обучающимся после окончания соответствующего занятия.

Кроме того, обучающийся в любой момент может получить консультацию преподавателя по электронной почте, с помощью социальных сетей или мессенджеров. Проверенные домашние работы возвращаются обучающемуся с указанием сделанных ошибок и разделов учебно-методических материалов, требующих более тщательной проработки.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Семестр 1				
Раздел 1	Тема 1. Введение	УК-1 ОПК-1 ОПК-7	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-7; У-ОПК-7; В-ОПК-7	ДЗ 2
	Тема 2. Строение атома			ДЗ 2, Контр 4
	Тема 3. Химическая связь и межмолекулярные взаимодействия			ДЗ 2, 10 Контр 12

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Раздел 2	Тема 4. Элементы химической термодинамики	УК-1 ОПК-1 ОПК-7	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-7; У-ОПК-7; В-ОПК-7	ДЗ 4, Контр 8
	Тема 5. Химическая кинетика. Химическое равновесие. Катализ			ДЗ 4, 6 Контр 8
Рубежный контроль		УК-1 ОПК-1 ОПК-7	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-7; У-ОПК-7; В-ОПК-7	КИ 8
Раздел 3	Тема 6. Растворы	УК-1 ОПК-1 ОПК-7	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-7; У-ОПК-7; В-ОПК-7	ДЗ 6, 8, 10, 12 Контр 10, 12
	Тема 7. Электрохимические процессы			ДЗ 10 Контр 12
Раздел 4	Тема 8. Водород	УК-1 ОПК-1 ОПК-7	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-7; У-ОПК-7; В-ОПК-7	Э
	Тема 9. Элементы первой и второй групп			ДЗ 12
	Тема 10. Элементы группы бора			Э
	Тема 11. Элементы группы фтора			ДЗ 12, Контр 16
	Тема 12. Элементы группы кислорода			ДЗ 14
	Тема 13. Элементы группы азота			ДЗ 14, Контр 16
	Тема 14. Элементы группы углерода			Э
	Тема 15. Химия d-элементов			ДЗ 14
Раздел 5	Тема 16. Элементы органической химии	УК-1 ОПК-1 ОПК-7	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-7; У-ОПК-7; В-ОПК-7	ДЗ 14
	Тема 17. Коллоидные и дисперсные системы			Э
	Тема 18. Заключение			Э
Рубежный контроль		УК-1 ОПК-1 ОПК-7	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-7; У-ОПК-7; В-ОПК-7	КИ 16
Промежуточная аттестация		УК-1 ОПК-1 ОПК-7	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-7; У-ОПК-7; В-ОПК-7	Экзамен

5.2. Примерные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.2.1. Оценочные средства для текущего контроля

5.2.1.1. Примерные темы домашнего задания

а) пример домашнего задания по разделу 1:

Хлорид металла 3 группы содержит 20,23 % металла. Назовите металл. Запишите уравнение реакции раствора данного хлорида с эквивалентным количеством раствора NaOH и рассчитайте, какая масса осадка образуется из 26,7 г хлорида.

При сгорании 5,4 г алюминия образуется 10,2 г оксида алюминия. Определите эквивалентную массу алюминия, не используя представление о его валентности. Эквивалентная масса кислорода равна 8 г/моль.

По указанной конфигурации валентных электронов $7s^2 6d^1 5f^3$ определите:

- а) место элемента в Периодической системе (период, группу, подгруппу);
- б) распределение электронов для данного элемента по слоям;
- в) высшую (положительную) и низшую (отрицательную) степени окисления.

В каком ряду вещества расположены в порядке увеличения полярности связей:

- а) HF, HCl, HBr, HI;
- б) NH_3 , PH_3 , AsH_3 , SbH_3 ;
- в) H_2Te , H_2Se , H_2S , H_2O ;
- г) CO_2 , CS_2 , CSe_2 , CH_4 ?

При решении всех задач правильный ответ привести недостаточно, надо ещё кратко его обосновать.

5.2.1.2. Контрольная работа

а) пример задания контрольной работы по теме 2 «Строение атома»:

Укажите набор квантовых чисел для энергетических состояний $2p^3$, $4f^1$, $5d^{10}$, $7s^2$.

По указанной конфигурации валентных электронов $3s^2 3p^3$ определите:

- а) место элемента в Периодической системе (период, группу, подгруппу);
- б) распределение электронов для данного элемента по слоям;
- в) высшую (положительную) и низшую (отрицательную) степени окисления.

Напишите полную электронную формулу атома Ва. К какому электронному семейству (s, p, d, или f) относится этот элемент?

5.2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

5.2.2.1 Примерные вопросы к экзамену

а) пример вопроса к экзамену:

Предмет и задачи химии. Основные законы химии. Эквивалент.

б) пример экзаменационного билета:

Предмет и задачи химии. Основные законы химии. Эквивалент.

Щелочные и щелочноземельные металлы: получение и важнейшие соединения.

Задача: Оксид одновалентного металла содержит 93,1 % металла. Назовите этот металл. Какое количество осадка выпадет при взаимодействии 100 мл 1 М раствора нитрата данного металла с избытком раствора хлористого натрия?

5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут

			продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--	---

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Глинка, Н. Л. Общая химия. В 2-х тт. : учебник для академического бакалавриата / Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. – 19-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2016. – 748 с.
2. Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учебно-практическое пособие для бакалавров / Н. Л. Глинка; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. – 14-е изд. – М.: Юрайт, 2014. – 236 с. – (Бакалавр. Базовый курс).
3. Глинка, Н. Л. Практикум по общей химии : учебное пособие для академического бакалавриата / Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова, О. В. Нестеровой. – М. : Юрайт, 2016. – 248 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Химия : Введение в предмет : 7 класс : учебное пособие / В. В. Еремин, А. А. Дроздов, В. В. Лунин ; под ред. В. В. Лунина. – М. : Дрофа, 2020. – 191, [1] с. : ил. – (Российский учебник). – ISBN 978-5-358-23214-3.
2. Химия : 8 класс : учебник / В. В. Еремин, Н. Е. Кузьменко, А. А. Дроздов, В. В. Лунин ; под ред. В. В. Лунина. – 11-е изд., стереотип. – М. : Просвещение, 2021. – 287, [1] с. : ил. – ISBN 978-5-09-078816-8.
3. Химия : 9 класс : учебник / В. В. Еремин, Н. Е. Кузьменко, А. А. Дроздов, В. В. Лунин ; под ред. В. В. Лунина. – 9-е изд., стереотип. – М. : Дрофа, 2020. – 287, [1] с. : ил. – (Российский учебник). – ISBN 978-5-358-23255-6.
4. Химия : 10 класс : учебник : углублённый уровень / В. В. Еремин, Н. Е. Кузьменко, В. И. Теренин, А. А. Дроздов, В. В. Лунин ; под ред. В. В. Лунина. – 8-е изд., стереотип. – М. : Просвещение, 2021. – 446, [2] с. : ил. – ISBN 978-5-09-078814-4.
5. Химия : 11 класс : учебник : углублённый уровень / В. В. Еремин, Н. Е. Кузьменко, А. А. Дроздов, В. В. Лунин ; под ред. В. В. Лунина. – 8-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 2021. – 478, [2] с. : ил. – ISBN 978-5-09-078863-2.
6. Коровин, Н. В. Общая химия / Н. В. Коровин. – 15-е изд., стереотип. – М. : Академия, 2014. – 496 с. – (Сер. Бакалавриат). – ISBN 978-5-4468-1461-9.

7. Карапетьянц, М. Х. Общая и неорганическая химия / М. Х. Карапетьянц, С. И. Дракин. – 5-е изд. – М. : URSS, 2015. – 592 с.
8. Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии / Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной. – М. : Кнорус, 2018. – 240 с.
9. Рабинович, В. А. Краткий химический справочник : Справ. изд. / В. А. Рабинович, З. Я. Хавин ; под ред. А. А. Потехина и А. И. Ефимова. – 4-е изд., стереотип. – СПб. : Химия, 1994. – 432 с. – ISBN 5-7245-0988-1.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

СИСТЕМНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Windows 11

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft 365, FireFox, Zoom

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ: СДО Moodle, SunRAV BookOffice Pro, SunRAV TestOfficePro, химический редактор ACD/ChemSketch, программное обеспечение для УЛК «Химия» и др.

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Юрайт : образовательная платформа. – <https://urait.ru>.
 2. Химия – просто : видеоблог / Александр Иванов. – <https://www.youtube.com/channel/UCRzZSz5JlSfN6Ba164vqVCg>.
- г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:
1. Российское образование : федеральный портал. – www.edu.ru.
 2. Химический каталог. – www.ximicat.com.
 3. ChemNet Россия : химическая информационная сеть. – www.chemnet.ru.
 4. ХиМиК. – <https://www.xumuk.ru>.
 5. HimHelp.ru. – <https://www.himhelp.ru>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проектором, препаративным столом и системой вентиляции (для показа демонстрационного эксперимента). В аудитории имеются необходимые учебно-наглядные пособия – Периодическая таблица Д.И. Менделеева, ряд напряжений металлов, таблица растворимости солей.

Лабораторные занятия проводятся в учебной лаборатории кафедры ОТД, оснащенной всем необходимым учебным лабораторным оборудованием и реактивами, в том числе:

- комплект учебного лабораторного оборудования, включающий в себя необходимое приборное и химическое обеспечение учебного процесса по общей и неорганической химии;
- лабораторная мебель: столы химические, шкафы вытяжные, тумбы подкатные, мойки и др.;
- автоматизированное рабочее место студента по химии на 8 мест (Лабораторные работы в стадии становления)

Универсальное рабочее место студента для автоматизированного лабораторного практикума по химии УРМС (8 комплектов).

В комплект УРМС входят : компьютерный измерительный блок; 'электронные весы; датчик рН; датчик электропроводности; датчик температуры 0-100 С; датчик температуры 0-1000 С; датчик объема газа с контролем температуры; датчик оптической плотности; ионоселективные электроды на фтор, кальций, свинец и медь; рН-электрод стеклянный; редоксэлектрод; электрод сравнения; приставка для измерения электрохимических потенциалов; приставка- переходник для подключения электродов; датчик объема жидкого реагента (титратор); термостатирующее устройство; набор химической посуды и вспомогательное оборудование

- прочее лабораторное оборудование и приборы, необходимые для проведения учебного эксперимента: рН-метры, центрифуги, титровальные установки, стеклянная и фарфоровая химическая посуда, химические реактивы и др.;
- учебно-наглядные пособия: Периодическая таблица Д.И. Менделеева, ряд напряжений металлов, таблица растворимости солей.

На кафедре ОТДиЭ имеется необходимое количество ПК, а также принтеров, сканеров и копировальных аппаратов для проведения учебного процесса. Часть ПК подключены к развитой внутривузовской корпоративной компьютерной сети.

Для выхода в Internet используются широкий цифровой канал в 30 Мбит/с.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Чтение лекций по данной дисциплине рекомендуется проводить с использованием мультимедийных презентаций и демонстрационного эксперимента.

Мультимедийная презентация, выполненная средствами программы Microsoft PowerPoint позволяет преподавателю четко структурировать материал лекции, экономить время, затрачиваемое на изображение с использованием мела и доски, схем, написание формул и других сложных объектов, что дает возможность увеличить объем излагаемого материала.

Кроме того, презентация позволяет очень хорошо иллюстрировать лекцию не только схемами и рисунками, которые есть в учебных пособиях, но и полноцветными фотографиями, рисунками, портретами ученых и т. д. Мультимедийная презентация позволяет отобразить физические и химические процессы в динамике, что позволяет значительно улучшить

восприятие материала студентами. Студентам предоставляется возможность копирования презентаций для выполнения самостоятельной работы, подготовки к текущему, промежуточному и итоговому контролю (экзамену).

Демонстрационный химический эксперимент относится к словесно-наглядным методам обучения и проводится при чтении лекций, а также проведении лабораторных занятий преподавателем, лаборантом или, в некоторых случаях, одним или несколькими студентами.

Демонстрационный эксперимент проводится в соответствии с учебной программой по конкретным разделам (модулям) дисциплины. Демонстрационный эксперимент позволяет преподавателю сформировать интерес к предмету у студентов, обучить их выполнять определенные операции с веществом, приемам техники лабораторного эксперимента.

Демонстрационный эксперимент – источник приобретаемых студентами знаний, навыков, умений, средство предупреждения ошибок и заблуждений, коррекции знаний, способ проверки истинности выдвигаемых гипотез, решения учебных и исследовательских проблем.

К основным требованиям, предъявляемым к демонстрационному эксперименту, следует отнести: наглядность, простоту, безопасность, надёжность, необходимость объяснения эксперимента. Любой опыт должен сопровождаться комментариями преподавателя.

Возникающие паузы можно использовать для организации диалога со студентами, выяснения условий проведения эксперимента и признаков химических реакций. Необходима постановка цели опыта – для чего проводится опыт, что необходимо понять в результате наблюдений за экспериментом. Следует описать прибор, в котором проводится опыт; условий, в которых он проводится; дать характеристику реактивам. Необходимо организовать наблюдения за опытом студентами для выявления признаков реакции и проведения анализа и помочь студентам сделать соответствующие выводы и теоретическое обоснование. При подготовке к проведению демонстрационного эксперимента рекомендуется использовать учебное пособие из интернета.

Занятия в активных и интерактивных формах рекомендуется проводить с использованием компьютерных симуляций, постановки проблемных и ситуационных заданий. Проведение занятий в активных и интерактивных формах должно быть направлено на интенсификацию учебного процесса, увеличение доступности знаний, навыков и умений, анализ учебной информации, творческий подход к усвоению учебного материала. В ходе проведения занятий студенты должны учиться формулировать собственное мнение, правильно выражать мысли, строить доказательства своей точки зрения, вести дискуссию, слушать другого человека, уважать альтернативное мнение, что должно формировать навыки, необходимые будущему специалисту в профессиональной деятельности. Реализация активных и интерактивных методов при изучении курса «Химия» возможна на лекционных, практических/семинарских и лабораторных занятиях путем проведения дискуссий,

использования компьютерных симуляций, подготовки и защиты реферативных и исследовательских работ.

По дисциплине «Химия» в рабочем учебном плане предусмотрены самостоятельные и интерактивные часы для проведения практических и лабораторных занятий.

Их цель – формирование способности студентов самостоятельно выбирать задачи исходя из своих профессиональных интересов, ценностей и возможностей, определять способы и порядок решения задач, добиваться их реализации в условиях ограниченных ресурсов и времени, эффективно взаимодействовать с другими студентами и преподавателем, представлять результаты выполненной работы в устной и письменной форме. В итоге, самостоятельная работа и интерактивные часы должны способствовать приобретению навыков самостоятельного принятия решений, их реализации на практике, адекватного реагирования на происходящие изменения, которые будут необходимы в процессе будущей профессиональной деятельности.

Самостоятельная работа – это наиболее важный путь усвоения студентами новых знаний, умений и навыков в ходе изучения дисциплины. Образовательная цель самостоятельной работы – освоение методов химической науки, умения работать с учебной и научной литературой, производить расчеты, пользоваться химическим языком.

Воспитательная цель – формирование таких черт личности студента, как трудолюбие, настойчивость, товарищеская взаимопомощь. Развивающая цель – развитие самостоятельности, интеллектуальных умений, умения анализировать явления и делать выводы.

Самостоятельная работа является источником знаний, способом их проверки, совершенствования и закрепления. Этот вид деятельности студентов формируется под контролем преподавателя.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине преподавателю рекомендуется использовать следующие формы:

- подготовка и написание рефератов, докладов, очерков и других письменных работ на заданные темы;
- выполнение домашних заданий разнообразного характера: решение задач, подбор и изучение литературных источников, подбор иллюстративного и описательного материала по отдельным разделам курса в сети Интернет;
- выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и часть студентов группы.

Для выполнения домашних и индивидуальных заданий, а также подготовки студентов ко всем видам текущего и промежуточного контроля рекомендуется использовать учебные пособия из Интернета.

Интерактивные формы обучения реализуются, главным образом, во время практических занятий. Во время этих занятий, помимо изучения и отработки способов решения типовых задач, преподавателю следует использовать следующие формы:

- дискуссию, диспут, дебаты, во время которых студенты учатся формулировать собственное мнение, правильно выражать мысли, строить доказательства своей точки зрения, вести спор, слушать другого человека, уважать альтернативное мнение;
- имитационную игру (при наличии соответствующей модели). Данная форма даёт возможность активно задействовать имеющиеся у студентов теоретические знания, познакомиться с поведением сложных химических объектов, оказывает сильное эмоциональное воздействие;
- коллективное решение творческих задач. Тематика предстоящего занятия должна быть сообщена студентам заблаговременно. Допуск к участию в мероприятии может быть организован в форме теста.

Отдельные элементы интерактивного обучения следует использовать при проведении лекций:

- информационно-проблемную лекцию, в которой материал излагается с использованием проблемных вопросов, сравнением разных точек зрения, может включать мини-дискуссию;
- лекцию-пресс-конференцию, к которой студенты готовят доклады длительностью 5–10 мин, в совокупности освещающие тему лекции. Предполагаются вопросы к докладчикам и дополнения преподавателя;
- лекцию с заранее объявленными ошибками. Тематика лекции и количество ожидаемых ошибок объявляются заблаговременно. Перед лекцией формируются группы экспертов, которые после лекции озвучивают найденные ими ошибки;
- просмотр и обсуждение учебных видеофильмов (например, с каналов «Химия – просто» или «Наука 2.0»). Перед показом фильма преподавателю необходимо поставить перед студентами несколько ключевых вопросов, а после фильма – совместно со студентами подвести итоги и озвучить полученные выводы.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Примерным учебным планом на изучение дисциплины отводится один семестр. В конце предусмотрен экзамен.

При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучаемых.

Предлагается:

- в первом разделе заострить внимание на широкие возможности метода молекулярных орбиталей для объяснения химических связей и построения электронных структур. Он достаточно сложен, тем не менее широко используется в количественных расчетах с применением компьютеров

- во втором разделе обратить внимание на цепные и фотохимические реакции, проходящие в атмосфере и имеющие исключительно важное значение для жизни на Земле. На широкое применение катализаторов в технике.

- в третьем разделе обратить внимание на широко используемые в настоящее время разнообразные химические источники тока: первичные и топливные элементы и аккумуляторы.

Обратить внимание на синтез и применение на практике новых соединений: соединений благородных газов, высокотемпературные проводники, сверхпроводники, суперионники, фуллерены, электропроводящие полимеры, клатраты и слоистые соединения, конструкционная керамика и композиты.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению 15.03.03 Прикладная механика.

Автор: доцент кафедры СПР ФТФ, к. х. н.

Поздняев Д. Е.

Рецензент: зав. кафедрой ОТДиЭ, к.ф.-м.н., доцент

Батьков Ю. В.