

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 ФТФ

« ____ » _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование физических процессов и явлений

Направление подготовки	03.06.01 Физика и астрономия
Профиль подготовки	01.04.01 Приборы и методы экспериментальной физики
Квалификация (степень) выпускника	исследователь, преподаватель-исследователь
Форма обучения	очная

РАССМОТРЕНО:

на заседании кафедры

Протокол № _____ от _____

Зав.кафедрой _____

г. Саров, 2021

Курс	Трудовое м- кость., ЗЕТ.	Общий объем курса , час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лабораторные работы, час.	Самостоятельная работа аспир. час.	Форма(ы) итог. Контроля, экз./зач./ КР/КП
3	3	108	18	36	0	54	зачет
Итого	3	108	18	36	0	54	

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Моделирование физических процессов и явлений» содержит основные представления о физических основах математических моделей гидро- и газодинамики, теплопереноса, переноса излучения, динамики конструкций упругости и термоупругости. Значительное внимание уделено аналитическим и численным методам решения задач математической физики. Дается обзор современных пакетов прикладных программ, широко используемых в мировой практике, а также пакета программ «Логос», созданного в РФЯЦ-ВНИИЭФ в плане импортозамещения.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель – формирование углубленных знаний в области математического моделирования физических явлений и процессов.

Задачи:

- сформировать систематические представления об основных математических моделях физических явлений и процессов;
- сформировать углубленные знания в области численного решения дифференциальных уравнений;
- привить аспирантам практические навыки работы с пакетами прикладных программ.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная дисциплина относится к основной части цикла обучения – дисциплинам специализации.

Логически и содержательно–методически дисциплина является частью заключительной специализации, являющейся неотъемлемой частью знаний физика - экспериментатора в области экспериментальной ядерной физики, физики ускорителей, физики высоких плотностей энергии.

Освоение данной дисциплины необходимо для подготовки и сдачи кандидатского экзамена по специальности 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»

3. КОМПЕТЕНЦИИ АСПИРАНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ АСПИРАНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-1 - Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

ОПК-2 – Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования

ОСПК-1 - Способность использовать профессиональные информационные ресурсы, включая базы данных научного цитирования Elibrary, Web of Science, Scopus, при планировании и оформлении результатов научных исследований

ПК-1 - Умение самостоятельно формулировать научные задачи, моделировать физические процессы, разрабатывать новые приборы и методы, проводить экспериментальные и теоретические исследования, обрабатывать и анализировать полученные результаты в современных экспериментах

УК-1 - Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

УК-2 - Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки

УК-3 - Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач

УК-4 - Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках

УК-5 - Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- используемые в мировой практике основные математические модели физических явлений и процессов (гидро- и газодинамика, теплоперенос, перенос излучения и т.д.)
- возможности современных пакетов прикладных программ.

Уметь:

- правильно выбирать математическую модель и пакет прикладных программ в зависимости от решаемой задачи

Владеть:

- практическими навыками применения пакетов прикладных программ.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции, час.	Практ. занятия/семинары, час.	Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**
	3 курс							
1	Раздел 1	1-8	9	18		Т-8	КИ, 8	25
2	Раздел 2	9-15	9	18		ДЗ-14	КИ, 15	25
	Итого за семестр		18	36			Экз.	50

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

КИ - контроль по итогам раздела, Т – текущий контроль, ДЗ – дом. задание

4.1 СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Недели	Содержание / Темы занятий	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
1	Лекция 1. Математический аппарат.	2		
2	Лекция 2. Математические модели гидродинамики.	2		
3	Лекция 3. Математические модели теплопереноса, переноса излучения, динамики конструкций и термоупругости.	2		
4	Лекция 4. Некоторые аналитические методы решения задач математической физики.	2		
5	Лекция 5. Модели и численный эксперимент.	2		
6	Лекция 6. Методы решения уравнений математической физики	2		
7	Лекция 7. Методы моделирования физических явлений	2		
8	Лекция 8. Пакеты прикладных программ	2	24	
9	Лекция 9. Пакет программ ЛОГОС	2	12	
Итого за семестр		18	36	

4.2 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекция 1. Математический аппарат.

Системы координат. Скалярные, векторные и тензорные поля. Дифференциальные операторы. Уравнения в частных производных. Постановки задач.

Лекция 2. Математические модели гидродинамики.

Уравнения газовой динамики. Постановка задач. Уравнения Навье-Стокса. Постановка задач. Многокомпонентные течения. Реагирующие течения. Постановка задач. Модели и описания турбулентных течений. Постановка задач. Модели фильтрационных течений. Постановка задач.

Лекция 3. Математические модели теплопереноса, переноса излучения, динамики конструкций и термоупругости.

Уравнение теплопереноса, кинетики энерговыделения, фазового перехода. Постановка задач. Уравнения переноса излучения. Постановка задач. Уравнения теории упругости, термоупругости, динамики конструкций. Постановка задач.

Лекция 4. Некоторые аналитические методы решения задач математической физики. Метод конформного отображения. Автомодельные решения. Решения в виде бегущей волны.

Лекция 5. Модели и численный эксперимент.

Эксперимент, физические явления, иерархия физических моделей, математические модели, методы решения, численное моделирование, численный эксперимент.

Лекция 6. Методы решения уравнений математической физики

Разностные методы решения уравнений математической физики. Методы конечного объема. Методы решения уравнений течения невязкого газа.

Лекция 7. Методы моделирования физических явлений

Методы решения уравнений Навье-Стокса. Методы моделирования турбулентных течений. Методы моделирования реагирующих потоков. Методы моделирования многофазных течений. Методы моделирования задач теплопереноса. Методы моделирования многофазных фильтрационных течений.

Лекция 8. Пакеты прикладных программ.

Обзор пакетов программ решения задач динамики вязкого газа (CFX, FLUENT, STAR-CC++). Обзор пакетов программ решения задач динамики и прочности (ANSYS, LS-Dyna, ABACUS)

Лекция 9. Пакет программ ЛОГОС.

Структура пакета. Препроцессор. Постпроцессор. Решатели. Решения задач динамики жидкости и газа. Решения задач теплопереноса. Решения задач прочности.

4.3 ПРОГРАММА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Постановка задач волновой газовой динамики. Построение расчетных моделей.
2. Проведение расчетов волновой газовой динамики, обработка результатов.
3. Постановка задач расчета течения вязкой жидкости и газа. Построение расчетных моделей.
4. Проведение расчетов, обработка результатов.
5. Постановка задач расчета теплопереноса. Построение расчетных моделей.
6. Проведение расчетов, обработка результатов.
7. Постановка задач расчета динамики и прочности конструкций. Построение расчетных моделей.
8. Проведение расчетов, обработка результатов.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том VI. Гидродинамика. - М.: Наука, 1988-736 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том VII. Теория упругости. - М.: Наука, 1987-246 с.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1979.

4. Волков К.Н., Емельянов В.Н., Моделирование крупных вихрей в расчетах турбулентных течений. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
5. Волков К.Н., Емельянов В.Н., Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.
6. Волков К.Н., Емельянов В.Н., Газовые течения с массоподводом в каналах и трактах энергоустановок. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.
7. Волков К.Н., Емельянов В.Н., Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.
8. Волков К.Н., Дерюгин Ю.Н., Емельянов В.Н., Карпенко А.Г., Козелков А.С., Тетерина И.В. Методы ускорения газодинамических расчетов на неструктурированных сетках. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013.
9. Волков К.Н., Дерюгин Ю.Н., Емельянов В.Н., Козелков А.С., Тетерина И.В. Разностные схемы в задачах газовой динамики на неструктурированных сетках. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014.
10. Снегирев А. Ю. Высокопроизводительные вычисления в физике. Численное моделирование турбулентных течений. - Санкт-Петербург: Издательство Политехнического Университета, 2009.
11. Гришин А.М. Математическое моделирование некоторых нестационарных аэротермохимических явлений. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1973. – 282 с.
12. Яненко Н.Н. Метод дробных шагов решения многомерных задач математической физики. – Новосибирск: Наука, 1967. – С. 345-351.
13. Андерсон Д., Тannehill Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. Том 1, Том 2. - М.: Мир, 1990-726 с.
14. Куликовский А.Г., Погорелов Н.В., Семенов А.Ю. Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001-608 с.
15. Бабкин А.В., Селиванов В.В. Прикладная механика сплошных сред. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана 1998-367 с.
16. Лурье А.И. Пространственные задачи теории упругости. Гостехиздат, М., 1955.
17. Новацкий В.К. Теория упругости. М., Мир, 1975г., 620 с.
18. Ferziger J.H., Peric M. Computational methods for fluid dynamics. -3., rev. ed. - Berlin; New York; Barcelona; Hong Kong; London; Milan; Paris; Tokyo: Springer, 2002.
19. Jasak Hrvoj. Error analysis and Estimation for the Finite Volume Method with Applications to Fluid Flows. 1996.
20. Jasak Hrvoj. Numerical Solution Algorithms for Compressible Flows. 2006
21. Schafer Michel. Computational Engineering- Introduction to Numerical Methods. Springer. 1996
22. Калиткин Н. Н. Численные методы. М.: Наука, 1978.
23. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009.-784с.
24. О.Зенкевич. Метод конечных элементов в технике // М.: Мир, 1975.
25. Н.Н.Шабров. Метод конечных элементов в расчетах деталей тепловых двигателей // Л.: Машиностроение, 1983.
26. Л.Сегерлинд. Применение метода конечных элементов // М.:Мир,1979.
27. Васидзу К. Вариационные методы в теории упругости и пластичности // М.:Мир,1987.
28. ANSYS homepage: www.ansys.com [Electronic resource].

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

- обеспечен доступ к вычислительному комплексу РФЯЦ-ВНИИЭФ, в т.ч. к суперкомпьютерам;
- компьютерные лаборатории СарФТИ НИЯУ МИФИ.

Автор
Профессор, д.ф.-м.н.

Дерюгин Ю.Н.