



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОП

(подпись)

Чеботарев А.Ю.

(ФИО)

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. директора департамента

(подпись)

Сущенко А.А.

(ФИО)

«27» сентября 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительные методы в задачах теплообмена и горения

Направление подготовки **01.04.02 Прикладная математика и информатика**

(Математическое моделирование (совместно с ИПМ ДВО РАН))

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 1

лекции 00 час.

практические занятия 10 час.

лабораторные работы 36 час.

всего часов аудиторной нагрузки 46 час.

самостоятельная работа 62 час.

в том числе на подготовку к экзамену не предусмотрены

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 1 семестр

экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 10 января 2018 г. №13 (с изменениями и дополнениями)

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента математического и компьютерного моделирования протокол № 1 от «27» сентября 2021 г.

И.о. директора департамента математического и компьютерного моделирования А.А. Сущенко

Составитель (ли):

Т.В. Пак

Владивосток

2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

1. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: ознакомление с основными технологиями решения задач и приобретение навыков в области информационных технологий и математической физики, связанных с выбором необходимых методов и алгоритмов, используемых в различных технических системах.

Задачи:

- освоение численных методов решения дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих технические задачи, возникающие при проектировании и эксплуатации высокотемпературных теплотехнологических установок;
- фундаментальное изучение вопросов построения, исследования и применения численных методов решения задач математической физики, составляющих теоретический фундамент для описания и разработки математических моделей объектов различной физической природы;
- изучение новых научных результатов, научной литературы и непрерывное профессиональное самосовершенствование.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются профессиональные компетенции.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
проектный	ПК-3 Способен управлять проектами, планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять командой проекта	ПК-3.1 Демонстрирует знание методов составления и контроля плана выполняемой научно-исследовательской работы, основы бизнес-планирования
		ПК-3.2 Использует методы математического моделирования, принятия решений, разбиения задачи на подзадачи, оценивает результат работы команды проекта, риски проекта, составляет бизнес-план
		ПК-3.3 Применяет методы математического моделирования, планирования научно-исследовательской деятельности, работы в научно-исследовательском коллективе

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-3.1 Демонстрирует знание методов составления и контроля плана выполняемой научно-исследовательской работы, основы	Знает основные методы планирования и контроля НИР в области информационных технологий, основы бизнес-планирования
	Умеет строить математические алгоритмы, модели и

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
бизнес-планирования	реализовывать их с помощью языков программирования
	Владеет навыками компьютерной обработки вычислительных задач
ПК-3.2 Использует методы математического моделирования, принятия решений, разбиения задачи на подзадачи, оценивает результат работы команды проекта, риски проекта, составляет бизнес-план	Знает профессиональную терминологию, содержание ключевых понятий и определений, используемых в теории и практике применения информационных технологий в науке и образовании
	Умеет применять математический язык, методы при построении моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных средств компьютерного моделирования
	Владеет навыками использования прикладного программного обеспечения для решения задач в профессиональной деятельности
ПК-3.3 Применяет методы математического моделирования, планирования научно-исследовательской деятельности, работы в научно-исследовательском коллективе	Знает информационные ресурсы и базы данных по научно-исследовательской теме
	Умеет самостоятельно расширять и углублять знания в области информационных технологий
	Владеет навыками работы с программными продуктами и информационными ресурсами

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

НЕ ПРЕДУСМОТРЕНО

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Лабораторные работы (36 час.)

Лабораторная работа № 1 Численное моделирование гидрогазодинамических и теплообменных процессов.

Лабораторная работа № 2 Моделирование процессов с помощью программных комплексов.

Лабораторная работа № 3 Простые модели. Специальные модели

Лабораторная работа № 4 Основы планирования и обработка результатов эксперимента.

Практические занятия (10 час.)

Занятие 1 Введение в вычислительную гидрогазодинамику. Уравнения, описывающие теплообменные и гидрогазодинамические уравнения. Методы решения уравнений. Методы дискретизации уравнений. Метод контрольных объемов.

Занятие 2 Планирование экспериментов. Обработка и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

Содержание самостоятельной работы

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Работа с литературой, подготовка к лабораторным работам	62	лабораторная работа

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к лабораторным работам в компьютерном классе, работы над рекомендованной литературой и текстами лекций в процессе изучения теоретического материала.

Темы заданий для самостоятельной работы представлены в плане-графике выполнения самостоятельной работы по дисциплине.

При подготовке к лабораторным занятиям необходимо сначала прочитать основные понятия и теоремы по теме. При выполнении задания нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результатом самостоятельной работы являются отчеты по лабораторным работам. В процессе подготовки отчетов к лабораторным работам у студентов развиваются навыки составления письменной документации и систематизации имеющихся знаний. При составлении отчетов рекомендуется придерживаться следующей структуры:

1. Постановка задачи;
2. Математическая постановка задачи;
3. Описание метода решения;
4. Описание алгоритма метода;
5. Спецификация используемых функций и типов данных;
6. Описание тестов, на которых программа проходит проверку;
7. Анализ результатов численного эксперимента.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Отчет по лабораторной работе должен полностью удовлетворять условию задачи. В случае некачественно выполненных отчетов (не соответствующих заявленным требованиям) результирующий балл за работу может быть снижен. Студент должен продемонстрировать отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией. Наличие всех отчетов является допуском к зачету.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: контроль со стороны преподавателя с использованием рейтинга и самоконтроль с использованием ЭУК BlackBoard, доступного в компьютерной сети ДВФУ, и содержащего электронные тесты по дисциплине.

Критерии оценивания лабораторной работы

Результатом лабораторной работы является отчет по лабораторной работе. В процессе подготовки отчетов к лабораторным работам у студентов развиваются навыки составления письменной документации и систематизации имеющихся знаний. При составлении отчетов рекомендуется придерживаться следующей структуры:

1. Постановка задачи;
2. Математическая постановка задачи;
3. Описание метода решения;
4. Описание алгоритма метода;
5. Спецификация используемых функций и типов данных;
6. Описание тестов для проверки работоспособности программы;
7. Результаты численного эксперимента.

Отчет по лабораторной работе должен полностью удовлетворять условию задачи. В случае некачественно выполненных отчетов (не соответствующих заявленным требованиям) результирующий балл за работу может быть снижен. Студент должен продемонстрировать отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Темы 1-4	ПК-3.1 Демонстрирует знание методов составления и контроля плана выполняемой научно-исследовательской работы, основы бизнес-планирования	Знает	Лабораторная работа №1	Зачет
			Умеет	Лабораторная работа №1	Отчет по лабораторной работе
			Владеет	Лабораторная работа №2	Отчет по лабораторной работе
		ПК-3.2 Использует методы математического моделирования, принятия решений, разбиения задачи на подзадачи, оценивает результат работы команды проекта, риски проекта, составляет бизнес-план	Знает	Лабораторная работа №2	Зачет
			Умеет	Лабораторная работа №3	Отчет по лабораторной работе
			Владеет	Лабораторная работа №3	Отчет по лабораторной работе
		ПК-3.3 Применяет методы математического моделирования, планирования научно-исследовательской деятельности, работы в научно-исследовательском коллективе	Знает	Лабораторная работа №3	Зачет
			Умеет	Лабораторная работа №4	Отчет по лабораторной работе
			Владеет	Лабораторная работа №4	Отчет по лабораторной работе

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература (электронные и печатные издания)

1. Коршиков, В. Д. Моделирование процессов тепло- и массопереноса

- [Электронный ресурс] / В. Д. Коршиков, И. Г. Бянкин. — Электрон. текстовые данные. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 84 с. — 978-5-88247-692-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55643.html>
2. Кудинов, И. В. Теоретические основы теплотехники. Часть II. Математическое моделирование процессов теплопроводности в многослойных ограждающих конструкциях [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. В. Кудинов, Е. В. Стефанюк. — Электрон. текстовые данные. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 422 с. — 978-5-9585-0555-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22627.html>
3. Хуртасенко, А. В. Компьютерное твердотельное 3D-моделирование [Электронный ресурс] : практикум. Учебное пособие / А. В. Хуртасенко, И. В. Маслова. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014. — 128 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49710.html>

Дополнительная литература
(печатные и электронные издания)

1. Абламская Л.В., Киселев В.В. Методы математического программирования в построении и анализе экономико-математических моделей. — М.: ФА, 2000.
2. Автоматизированные информационные технологии / Под ред. Т.В. Воропаевой, Б.В. Либермана, А.И. Никифорова. — М.: Финансовая академия, 2002.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. — М.: Наука, 1988.
4. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. — М.: Наука, 1991.
5. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. — СПб.: Питер, 2000.

перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Национальная электронная библиотека - <http://нэб.рф>.
3. Мировая цифровая библиотека – <http://www.wdl.org/ru/5>
4. Международный индекс научного цитирования Web of Science – <http://webofscience.com>.

5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При подготовке к лабораторным занятиям следующего дня необходимо сначала прочитать основные понятия и теоремы по теме домашнего задания. При выполнении задания нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи. Если это не дало результатов, и Вы сделали задачу «по образцу» аудиторной задачи, или из методического пособия, нужно после решения такой задачи обдумать ход решения и опробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

При подготовке к лабораторной работе необходимо сначала прочитать теорию по каждой теме. Отвечая на поставленные вопросы, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общий план решения.

Литературу по курсу желательно изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников, однако легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, практических занятий: компьютерный класс (690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, Корпус 20, ауд. D733, D733а, D734).

D733: Моноблок lenovo C360G-i34164G500UDK - 13 шт.
Мультимедийное оборудование: Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice 50 см черная кайма сверху, размер рабочей области 236x147 см
Документ-камера Avervision CP355AF ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716

ССВА Мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 Сетевая видеочамера Multipix MP-HD718.

D733a: Компьютер (твёрдотельный диск - объемом 128 ГБ; жесткий диск - объем 1000 ГБ; форм-фактор - Tower; комплектуется клавиатурой, мышью, монитором АОС i2757Fm; комплектом шнуров эл. питания) модель - M93p1 - 13 шт.

D734: Моноблок HPP-B0G08ES#ACB/8200E AIO i52400S 500G 4.0G 28 PC - 15 шт Мультимедийное оборудование: Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice 50 см черная кайма сверху, размер рабочей области 236x147 см Документ-камера Avervision CP355AF ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 ССВА Мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 Сетевая видеочамера Multipix MP-HD718.

Программное обеспечение:

- 1) Acrobat Pro DC. Договор ЭА-442-15 от 18.01.16 лот 1. Лицензия 20.01.2019.
- 2) Premiere Elements. Договор ЭА-442-15 от 18.01.16 лот 1. Лицензия 20.01.2019.
- 3) In Design CC. Договор ЭА-442-15 от 18.01.16 лот 1. Лицензия 20.01.2019.
- 4) Photoshop CC. Договор ЭА-442-15 от 18.01.16 лот 1. Лицензия 20.01.2019.
- 5) Academic Campus 500. Договор ЭА-442-15 от 18.01.16 лот 3. Лицензия бессрочно.
- 6) Academic Reseach. Договор ЭА-442-15 от 18.01.16 лот 3. Лицензия 14.01.2020.
- 7) Academic Associate Mech. Договор ЭА-442-15 от 18.01.16 лот 3. Лицензия бессрочно.
- 8) SPSS Statistics Premium Campus Edition. Договор ЭА-442-15 от 18.01.16 лот 5. Лицензия бессрочно.
- 9) SPSS Statistics Premium Base. Договор ЭА-442-15 от 18.01.16 лот 5. Лицензия бессрочно.
- 10) SPSS Amos. Договор ЭА-442-15 от 18.01.16 лот 5. Лицензия бессрочно.
- 11) АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Навиком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015. Срок действия договора 31.12.2015. Лицензия бессрочно.
- 12) Statistica Ultimate Academic Bundle. Договор ЭА-442-15 от 18.01.16 лот 9. Лицензия 14.01.2020.
- 13) Statistica. Договор ЭА-442-15 от 18.01.16 лот 9. Лицензия 14.01.2020.
- 14) MathCad Education Universety Edition. Договор 15-03-49 от 02.12.2015. Лицензия бессрочно.
- 15) Prompt Translation Server 10 Standart. Договор 15-03-49 от 02.12.2015. Лицензия бессрочно.

- 16) Prompt Все словари. Договор 15-03-49 от 02.12.2015. Лицензия бессрочно.
- 17) FineReader 12 Professional Full Academic. Договор 15-03-49 от 02.12.2015. Лицензия бессрочно.
- 18) Lingvo x6 Academic Concurrent. Договор 15-03-49 от 02.12.2015. Лицензия бессрочно.
- 19) Office Professional Plus 2019. Договор № ЭА-261-18. Лицензия .
- 20) Advanced Threat Analytics Client Management License 2020. Договор № ЭА-261-18. Лицензия 30.06.2020.
- 21) SQL Server Standard Core 2017. Договор № ЭА-261-18. Лицензия 30.06.2020.
- 22) Windows Server CAL 2019. Договор № ЭА-261-18. Лицензия 30.06.2020.
- 23) Windows Server Datacenter Core 2019. Договор № ЭА-261-18. Лицензия 30.06.2020.
- 24) Windows 10 Enterprise LTSC 2019. Договор № ЭА-261-18. Лицензия 30.06.2020.
- 25) Windows Edu Per Device 10 Education. Договор № ЭА-261-18. Лицензия 30.06.2020.
- 26) Autocad 2015. Договор 110002048940. Лицензия 10.09.2020.
- 27) 3DS MAX 2015. Договор 110002048940. Лицензия 10.09.2020.
- 28) Alias AutoStudio 2015. Договор 110002048940. Лицензия 12.09.2020.
- 29) Maya Mental Ray 1 Package 2015. Договор 110002048940. Лицензия 12.09.2020.
- 30) Turtle For Maya Premium 2015. Договор 110002048940. Лицензия 12.09.2020.
- 31) MAYA 2015. Договор 110002048940. Лицензия 12.09.2020.
- 32) MAYA 2016. Договор 110002048940. Лицензия 29.10.2021.
- 33) Maya Mental Ray 1 Package 2016. Договор 110002048940. Лицензия 29.10.2021.
- 34) Turtle For Maya Premium 2016. Договор 110002048940. Лицензия 29.10.2021.
- 35) Plant 3D 2017. Договор 110002048940. Лицензия 30.11.2019.
- 36) Civil 3D 2017. Договор 110002048940. Лицензия 13.02.2020.
- 37) Inventor Professional 2017. Договор 110002048940. Лицензия 13.02.2020.
- 38) Mudbox 2017. Договор 110002048940. Лицензия 13.02.2020.
- 39) Autocad 2017. Договор 110002048940. Лицензия 16.02.2020.
- 40) Revit 2017. Договор 110002048940. Лицензия 29.01.2021.
- 41) 3DS MAX 2020. Договор 110002048940. Лицензия 27.10.2021.
- 42) AutoCAD 2020. Договор 110002048940. Лицензия 27.10.2021.
- 43) REVIT 2020. Договор 110002048940. Лицензия 27.10.2021.

- 44) Alias AutoStudio 2020. Договор 110002048940. Лицензия 08.08.2020.
 45) MAYA 2020. Договор 110002048940. Лицензия 28.10.2021.
 46) Mudbox 2020. Договор 110002048940. Лицензия 29.10.2021.
 47) REVIT 2019. Договор 110002048940. Лицензия 28.01.2022.
 48) Corel Academic Site. Поставщик Софт Лайн Трейд. Договор ЭА-442-15 от 18.01.16 лот 4. Срок действия договора 30.06.2016. Лицензия закончилась 28.01.2019.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Вопросы для подготовки к зачету

1. Процессы теплообмена. Основные понятия, закономерности.
2. Процессы массообмена. Основные понятия, закономерности.
3. Физическое моделирование тепломассообмена.
4. Моделирование процессов конвективного теплообмена.
5. Типы граничных условий и их численная реализация.
6. Методы дискретизации дифференциальных уравнений тепломассообмена.
7. Математическая модель.
8. Область расчета
9. Математическая модель движения жидкости или газа
10. Решение уравнения конвективно-диффузионного переноса
11. Создание и импорт области расчета.
12. Задание математической модели.
13. Задание параметров метода.
14. Задание граничных условий.
15. Визуализация расчетов.
16. Характеристики.
17. Вектора.
18. Основные инструменты создания элементов 3D моделей.

Критерии оценки:

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
Повышенный	Ответ показывает прочные знания основных понятий изучаемой предметной области, отличается глубиной и полной раскрытия вопроса; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, делать выводы, давать аргументированные	100 – 86 зачтено

	ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа. Студент ответил на все основные и дополнительные вопросы, заданные преподавателем.	
Базовый	Ответ, обнаруживающий прочные знания основных понятий изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия вопроса; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, делать выводы давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа. Студент ответил на все основные вопросы, но не смог ответить на дополнительные вопросы, заданные преподавателем.	85-76 зачтено
Пороговый	Ответ, свидетельствующий в основном о знании понятий изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия вопроса; знании основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры. Студент ответил на часть основных или дополнительных вопросов, заданных преподавателем.	75-61 зачтено
Уровень не достигнут	Ответ, обнаруживающий незнание понятий изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием вопроса; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности. Студент не ответил на вопросы, заданные преподавателем по теме практического занятия, либо допустил множество ошибок в ответе.	60-0 не зачтено