



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

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»

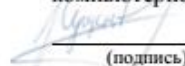
Руководитель ОП


(подпись)

Пак Т.В.
(Ф.И.О.)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента Математического и
компьютерного моделирования


(подпись)

« 26 » января



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Управление системами с распределенными параметрами»

Направление подготовки: 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

(Математические и компьютерные технологии)

Форма подготовки очная

Курс 1 семестр: 2

Лекции – 18 час.

Лабораторные работы – 36 час.

Самостоятельная работа студентов – 54 час.

В том числе время на подготовку к экзамену – 27 час.

Всего часов аудиторной нагрузки – 54 час.

Контрольные работы не предусмотрено.

Курсовая работа / курсовой проект – не предусмотрено

зачет не предусмотрен

экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена 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

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента математического и компьютерного моделирования протокол № 5 от «17» января 2022 г.

Директор департамента: А.А. Сущенко

Составитель (ли): Т.В. Пак

Владивосток

2022

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)

Цель: обучение основным методам исследования краевых и экстремальных задач, как для известных, так и для новых моделей математической физики.

Задачи:

- знакомство с основными свойствами пространств Соболева;
- знакомство с основными методами исследования линейных и нелинейных краевых задач;
- научить формулировать задачи распределенного и граничного управления и доказывать их разрешимость;
- научить выводить системы оптимальности для рассматриваемых задач управления и на основе их анализа исследовать единственность и устойчивость оптимальных решений.

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
научно-исследовательский	ПК-2 Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	ПК-2.1 Демонстрирует знание методов анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач
		ПК-2.2 Самостоятельно выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает актуальность и новизну
		ПК-2.3 Применяет методологические принципы и методы научной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.1 Демонстрирует знание методов анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	Знает профессиональную терминологию, способы воздействия на аудиторию в рамках профессиональной коммуникации
	Умеет выступать на научных конференциях, применять современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований; применять профессиональную терминологию при презентации проведенного исследования; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов
	Владеет навыками подготовки научных публикаций и выступлений на научных семинарах
ПК-2.2 Самостоятельно выбирает методы исследования, соотносит	Знает методологию проведения научного исследования
	Умеет использовать теоретические методы в решении

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает актуальность и новизну	прикладных задач, составлять научные обзоры, рефераты и библиографии по тематике проводимых научных исследований
	Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной математики в теоретических и прикладных задачах
ПК-2.3 Применяет методологические принципы и методы научной деятельности	Знает основы научно-исследовательской деятельности
	Умеет работать в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу
	Владеет современными методами решения профессиональных задач; навыками осуществления научно-исследовательской деятельности

2 Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы 144 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Тема 1.	2	4	6	-	-	27	27	ИР-6
2	Тема 2.	2	4	8	-				
3	Тема 3.	2	4	6	-				
4	Тема 4.	2	4	8	-				
5	Тема 5.	2	2	8	-				
Итого:			18	36	-	-	27	27	

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Тема 1. Введение. Пространства Соболева. Формулы Грина. Абстрактные слабые формулировки линейных краевых. Теорема Лакса-Мильграма (4 часа.)

Тема 2. Вариационные формулировки ряда краевых задач. Слабая формулировка краевой задачи для линейного стационарного уравнения конвекции-диффузии-реакции при однородном и неоднородном условии Дирихле, при смешанных краевых условиях. Обоснование корректности полученных слабых формулировок. Доказательство существования и единственности слабых решений рассматриваемых краевых задач (4 часа).

Тема 3. Постановка и разрешимость экстремальных задач для уравнения конвекции-диффузии-реакции. Задачи распределенного и граничного управления. Задачи мультипликативного граничного и распределенного управления. (4 часа)

Тема 4. Принцип неопределенных множителей Лагранжа. Вывод и анализ систем оптимальности. Исследование устойчивости и единственности решений экстремальных задач (4 часа).

Тема 5. Обзор ряда краевых и экстремальных задач для нелинейных уравнений математической физики (2 часа).

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В рамках лабораторных занятий предполагается численное решение на ЭВМ методом конечных элементов двух краевых задач: для обыкновенного дифференциального уравнения и уравнения эллиптического типа второго порядка. Численное решение каждой из задач подразумевает: постановку соответствующей краевой задачи, выбор численного алгоритма, исследование сходимости, составление программы, реализующей численный алгоритм, составление и отладка программы, проведение численных

экспериментов и визуализацию полученных результатов, оформление отчета. Особое внимание уделяется использованию студентами готовых (лицензионных) программных продуктов.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Занятие 1. Вывод и обоснование корректности слабых формулировок для линейного стационарного уравнения конвекции-диффузии-реакции.

Занятие 2. Доказательство существования и единственности слабых решений рассматриваемых линейных краевых задач.

Занятие 3. Проанализировать и разрешимость задач экстремальных задач.

Занятие 4. Разрешимость задач распределенного и граничного мультипликативного управления.

Занятие 5. Вывод систем оптимальности для рассматриваемых экстремальных задач.

Занятие 6. Исследование единственности и устойчивости решений задач управления. Вывод оценок устойчивости решений экстремальных задач относительно возмущений как функционала качества, так и одной из заданных функций краевой задачи

Занятие 7. Исследование краевых и экстремальных задач для нелинейного стационарного уравнения тепломассопереноса.

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	Неделя 1-2	Работа над конспектом лекции, подготовка к лабораторной работе №1	3	лабораторная работа №1
2	Неделя 3-4	Работа над конспектом лекции, подготовка к лабораторной работе №2	3	лабораторная работа №2
3	Неделя 4-5	Работа над конспектом лекции, подготовка к лабораторной работе №3	3	лабораторная работа №3

4	Неделя 6-7	Работа над конспектом лекции, подготовка к лабораторной работе №4	3	лабораторная работа №4
5	Неделя 8-9	Работа над конспектом лекции, подготовка к лабораторной работе №5	3	лабораторная работа №5
6	Неделя 10-11	Работа над конспектом лекции, подготовка к лабораторной работе №6	3	лабораторная работа №6
7	Неделя 12-14	Работа над конспектом лекции, подготовка к лабораторной работе №7	3	лабораторная работа №7
8	Неделя 15-17	Подготовка к защите лабораторных работ	6	Защита отчетов по лабораторным работам
Итого:			27 часов	Итоговый контроль

5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает:

- характеристику 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, 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.

6 КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

7

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1	ПК-2.1 Демонстрирует знание методов анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	Знает профессиональную терминологию, способы воздействия на аудиторию в рамках профессиональной коммуникации	Лабораторная работа №1, 2	экзамен
			Умеет выступать на научных конференциях, применять современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований; применять профессиональную терминологию при презентации проведенного исследования; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов	Лабораторная работа №1, 2	экзамен
			Владеет навыками подготовки научных публикаций и выступлений на научных семинарах	Лабораторная работа №1, 2	экзамен
		ПК-2.2 Самостоятельно выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает актуальность и	Знает методологию проведения научного исследования	Лабораторная работа №1, 2	экзамен
			Умеет использовать теоретические методы в решении прикладных задач, составлять научные обзоры, рефераты и библиографии по тематике проводимых научных исследований	Лабораторная работа №1, 2	экзамен
			Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного	Лабораторная работа №1, 2	экзамен

		новизну	использования методов современной математики в теоретических и прикладных задачах		
		ПК-2.3 Применяет методологические принципы и методы научной деятельности	Знает основы научно-исследовательской деятельности	Лабораторная работа №1, 2	экзамен
			Умеет работать в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу	Лабораторная работа №1, 2	экзамен
			Владеет современными методами решения профессиональных задач; навыками осуществления научно-исследовательской деятельности	Лабораторная работа №1, 2	экзамен
2	Тема 2	ПК-2.1 Демонстрирует знание методов анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	Знает профессиональную терминологию, способы воздействия на аудиторию в рамках профессиональной коммуникации	Лабораторная работа №3, 4	экзамен
			Умеет выступать на научных конференциях, применять современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований; применять профессиональную терминологию при презентации проведенного исследования; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов	Лабораторная работа №3, 4	экзамен
			Владеет навыками подготовки научных публикаций и выступлений на научных семинарах	Лабораторная работа №3, 4	экзамен
		ПК-2.2 Самостоятельно выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает актуальность и новизну	Знает методологию проведения научного исследования	Лабораторная работа №3, 4	экзамен
			Умеет использовать теоретические методы в решении прикладных задач, составлять научные обзоры, рефераты и библиографии по тематике проводимых научных исследований	Лабораторная работа №3, 4	экзамен
			Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной математики в теоретических и прикладных задачах	Лабораторная работа №3, 4	экзамен
		ПК-2.3 Применяет методологические принципы и методы научной деятельности	Знает основы научно-исследовательской деятельности	Лабораторная работа №3, 4	экзамен
			Умеет работать в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу	Лабораторная работа №3, 4	экзамен

			Владеет современными методами решения профессиональных задач; навыками осуществления научно-исследовательской деятельности	Лабораторная работа №3, 4	экзамен
Тема 3	ПК-2.1 Демонстрирует знание методов анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач		Знает профессиональную терминологию, способы воздействия на аудиторию в рамках профессиональной коммуникации	Лабораторная работа №5	экзамен
			Умеет выступать на научных конференциях, применять современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований; применять профессиональную терминологию при презентации проведенного исследования; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов	Лабораторная работа №5	экзамен
			Владеет навыками подготовки научных публикаций и выступлений на научных семинарах	Лабораторная работа №5	экзамен
	ПК-2.2 Самостоятельно выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает актуальность и новизну		Знает методологию проведения научного исследования	Лабораторная работа №5	экзамен
			Умеет использовать теоретические методы в решении прикладных задач, составлять научные обзоры, рефераты и библиографии по тематике проводимых научных исследований	Лабораторная работа №5	экзамен
			Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной математики в теоретических и прикладных задачах	Лабораторная работа №5	экзамен
	ПК-2.3 Применяет методологические принципы и методы научной деятельности		Знает основы научно-исследовательской деятельности	Лабораторная работа №5	экзамен
			Умеет работать в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу	Лабораторная работа №5	экзамен
			Владеет современными методами решения профессиональных задач; навыками осуществления научно-исследовательской деятельности	Лабораторная работа №5	экзамен
	Тема 4	ПК-2.1 Демонстрирует знание методов анализа концептуальных и	Знает профессиональную терминологию, способы воздействия на аудиторию в рамках профессиональной коммуникации	Лабораторная работа №6, 7	экзамен

	теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	Умеет выступать на научных конференциях, применять современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований; применять профессиональную терминологию при презентации проведенного исследования; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов	Лабораторная работа №6, 7	экзамен	
		Владеет навыками подготовки научных публикаций и выступлений на научных семинарах	Лабораторная работа №6, 7	экзамен	
	ПК-2.2 Самостоятельно выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает актуальность и новизну	Знает методологию проведения научного исследования	Лабораторная работа №6, 7	экзамен	
		Умеет использовать теоретические методы в решении прикладных задач, составлять научные обзоры, рефераты и библиографии по тематике проводимых научных исследований	Лабораторная работа №6, 7	экзамен	
		Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной математики в теоретических и прикладных задачах	Лабораторная работа №6, 7	экзамен	
	ПК-2.3 Применяет методологические принципы и методы научной деятельности	Знает основы научно-исследовательской деятельности	Лабораторная работа №6, 7	экзамен	
		Умеет работать в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу	Лабораторная работа №6, 7	экзамен	
		Владеет современными методами решения профессиональных задач; навыками осуществления научно-исследовательской деятельности	Лабораторная работа №6, 7	экзамен	
	Тема 5	ПК-2.1 Демонстрирует знание методов анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	Знает профессиональную терминологию, способы воздействия на аудиторию в рамках профессиональной коммуникации	Лабораторная работа №6, 7	экзамен
			Умеет выступать на научных конференциях, применять современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований; применять профессиональную терминологию при презентации проведенного исследования; применять выбранные методы к решению научных задач,	Лабораторная работа №6, 7	экзамен

			оценивать значимость получаемых результатов		
			Владеет навыками подготовки научных публикаций и выступлений на научных семинарах	Лабораторная работа №6, 7	экзамен
	ПК-2.2 Самостоятельно выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает актуальность и новизну ПК-2.3 Применяет методологические принципы и методы научной деятельности		Знает методологию проведения научного исследования	Лабораторная работа №6, 7	экзамен
			Умеет использовать теоретические методы в решении прикладных задач, составлять научные обзоры, рефераты и библиографии по тематике проводимых научных исследований	Лабораторная работа №6, 7	экзамен
			Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной математики в теоретических и прикладных задачах	Лабораторная работа №6, 7	экзамен
			Знает основы научно-исследовательской деятельности	Лабораторная работа №6, 7	экзамен
			Умеет работать в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу	Лабораторная работа №6, 7	экзамен
			Владеет современными методами решения профессиональных задач; навыками осуществления научно-исследовательской деятельности	Лабораторная работа №6, 7	экзамен

8 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Алексеев Г.В. Классические методы математической физики: Учебное пособие. Часть 1. - Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2005. – 224 с. <http://window.edu.ru/resource/008/63008>
2. Алексеев Г.В. Классические методы математической физики: Учебное пособие. Часть 2. - Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2005. - 195 с. <http://window.edu.ru/resource/009/63009>
3. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. Кн.1. Изд-во МЦНМО. 2011. –с. 624. http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=9304

4. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. Кн.2. Изд-во МЦНМО. 2011. –с. 434. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=930
5. Колмогоров А.Н. Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. Москва: Изд-во Физматлит, 2009. – с. 572. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2206
6. Люстерник Л.А., Соболев В.И. Краткий курс функционального анализа. Изд-во Лань. 2009. – с. 272. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=245
7. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы. Изд-во Лань. 2014. –672 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42190
8. Волков К.Н., Емельянов В.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа. Изд-во Физматлит. 2012. -468 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637
9. Даутов Р.З. Программирование МКЭ в MATLAB: Учебное пособие. - Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 2010. - 71 с. <http://window.edu.ru/resource/069/76069>
10. Ильин А.М. Уравнения математической физики. Издательство Физматлит. 2009. 192 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2181

Дополнительная литература
(печатные и электронные издания)

1. Алексеев Г.В. Оптимизация в стационарных задач тепломассопереноса и магнитной гидродинамики. Москва: Научный мир. 2010. 411 с.
2. Ректорис К. Вариационные методы в математической физике и технике. М.: Мир. 1985. 590 с.
3. Митчел Э., Уэйт Р. Метод конечных элементов для уравнений с частными производными. М.: Мир. 1981. 216 с.
4. Деклу Д. Метод конечных элементов. М. Мир. 1974.

5. Стренг Г., Фикс Дж. Теория метода конечных элементов. М.: Мир, 1977.
6. Марчук Г.И., Агошков В.И. Введение в проекционно-сеточные методы. М.: Наука, 1981. 416 с.
7. Завьялов Ю.И., Квасов Б.А., Мирошниченко Н.Г. Методы теории сплайнов. Новосибирск. Наука, 1980.
8. Алексеев Г.В. Классические модели и методы математической физики: Учебное пособие для вузов. Владивосток: Изд-во. Дальнаука. 2011. 456 с.
9. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции. М: Наука, 1974. 432 с.
10. Бабич В.М., Григорьева Н.С. Ортогональные разложения и метод Фурье. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та., 1983. 240 с.
11. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М: Наука, 1981. 512 с.
12. Годунов С.К. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1971. 416 с.
13. Коробейников В.П. Принципы математического моделирования. Владивосток, ДальНаука, 1997. 240 с.
14. Михлин С.Г. Линейные уравнения в частных производных. М.: Высшая школа, 1977. 432 с.
15. Михлин С.Н. Лекции по линейным интегральным уравнениям. М.: Физматгиз, 1959. 232 с.
16. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными. М.: Физматгиз, 1961. 400 с.
17. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. М.: Наука, 1997. 320 с.
18. Смирнов М.М. Дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка. М: Наука, 1974. 210 с.
19. <http://window.edu.ru/resource/183/79183> Жидков А.А., Калинин А.В., Тюхтина А.А. Математические основы современной теории краевых задач для уравнений с частными производными: Электронное учебно-

методическое пособие. -Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. - 82 с.

20.<http://window.edu.ru/resource/224/79224> Жислин Г.М. Интегральные преобразования в задачах математической физики. Электронное учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. - 80 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная каталог библиотеки ДВФУ: <http://lib.dvfu.ru/>
2. Exponenta.Ru <http://www.exponenta.ru/> (Сайт показывает возможности популярных математических пакетов (Mathcad, Matlab, Maple, Mathematica, Statistica) для решения учебных и практических задач; содержит рекомендации, руководства по работе с математическими пакетами. Ссылки на основные ресурсы российского Интернета, посвященные использованию математических пакетов в образовании и в науке, опыт использования компьютера в математическом образовании. Математика – онлайн)
3. Интернет-библиотека по математике <http://ilib.mccme.ru/> (Сайт Московского Центра непрерывного математического образования)
4. Издательство «Лань»: <http://e.lanbook.com>, к ресурсам которого есть доступ с ДВФУ
5. Math.ru - библиотека <http://www.math.ru/lib/formats> (В библиотеке представлены книги, которые многие годы пользуются популярностью у студентов, преподавателей и просто любителей математики. Также содержит книги по физике)
6. <http://www.freefem.org/ff++/ftp/freefem++doc.pdf> Hech F. FreeFEM++. Third Edition. Version 3.0. Руководство пользователя по свободно распространяемому пакету программ с открытым кодом FreeFEM++
7. <http://www.freefem.org/ff++/index.htm> Адрес для скачивания свободно распространяемого пакета программ с открытым кодом FreeFEM++

9 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На вводной лекции даются рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины; рекомендации по работе с литературой. Большинство вопросов из лекционного материала подробно представлено в монографии Алексева Г.В. «Оптимизация в стационарных задачах тепломассопереноса и магнитной гидродинамики», которое доступно для студентов в печатном виде.

1. Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины. Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день после лекции – 10-15 минут.

Повторение лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю. Подготовка к лабораторному занятию и работе в компьютерном классе – 1,5 часа. Тогда общие затраты времени на освоение дисциплины студентами составят около часа в неделю.

2. Описание последовательности действий студента («алгоритм изучения дисциплины»). При изучении методов кластерного анализа следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10-15 минут).

2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10-15 минут).

3. В течение недели выбрать время для работы со специальной литературой в библиотеке и для занятий на компьютере (по 1 часу).

4. 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.

3. Рекомендации по работе с литературой. Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций изучаются и книги. 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.

4. Советы по подготовке к итоговому контролю. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к итоговому контролю нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий и численных методов, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.

5. Указания по организации работы с контрольно-измерительными материалами. 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.

10 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 Ienovo 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
CCBA Мультимедийный проектор Mitsubishi EW33OU, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 Сетевая видеочамера Multipix MP-HD718.

D733а: Компьютер (твердотельный 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
CCBA Мультимедийный проектор Mitsubishi EW33OU, 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 University Edition. Договор 15-03-49 от 02.12.2015.

11 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Описание показателей и критериев оценивания:

Оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Набранная сумма баллов (% выполненных заданий) (маx – 5)	Менее 3 (Менее 60%)	3-3,5 (61-74%)	3,6 -4,4 (75-84%)	4,5-5 (85-100%)
Оценка	Незачет	Зачет		
Набранная сумма баллов (% выполненных заданий) (маx – 5)	Менее 3 (Менее 60%)	3,1 – 5 (61-100%)		

Зачетно-экзаменационные материалы

Вопросы к экзамену

1. Теоремы вложений для пространств Соболева.
2. Теорема Лакса-Мильграма.
3. Формулы Грина.
4. Пространства следов.
5. Двойственные пространства для основных пространств Соболева.
6. Корректность слабой формулировки краевой задачи для стационарного линейного уравнения конвекции-диффузии-реакции при условии Дирихле.

7. Корректность слабой формулировка краевой задачи для стационарного линейного уравнения конвекции-диффузии-реакции при смешанных граничных условиях.
8. Существование и единственность слабого решения для стационарного линейного уравнения конвекции-диффузии-реакции при неоднородном условии Дирихле.
9. Существование и единственность слабого решения для стационарного линейного уравнения конвекции-диффузии-реакции при неоднородных смешанных граничных условиях.
10. Задача идентификации плотности источников.
11. Обратная коэффициентная задача для уравнения конвекции-диффузии-реакции.
12. Разрешимость задачи мультипликативного граничного управления для уравнения конвекции-диффузии-реакции.
13. Принцип неопределенных множителей Лагранжа.
14. Единственность решения линейной задачи распределенного управления.
15. Единственность решения задачи восстановления коэффициента реакции.
16. Единственность решения задачи идентификации коэффициента массообмена.
17. Вывод оценок устойчивости решения линейной экстремальной задачи
18. Оценки устойчивости мультипликативных задач управления.
19. Вариационная формулировка краевой задачи для стационарного уравнения Навье-Стокса.
20. Задачи граничного и распределенного управления для уравнения Навье-Стокса.
21. Краевая задача для нелинейного уравнения конвекции-диффузии-реакции.
22. Задачи управления для нелинейного уравнения конвекции-диффузии-реакции.
23. Основные модели динамики вязкой жидкости.

24. Уравнение переноса в качестве модели адвекции (переноса) вещества.
Модель адвекции-реакции.
25. Понятие обобщенной функции. Пространство обобщенных функций.
26. Основные операции с обобщенными функциями.
27. Пространства Соболева. Основные факты. Примеры.
28. Понятие сопряженного пространства. Сопряженные к пространствам Соболева.
29. Понятие области с липшицевой границей. Пространства следов.
Сопряженные к пространствам следов.
30. Понятие об операторе вложения. Примеры теорем вложения.
31. Теорема об эквивалентности вариационной задачи и задачи минимизации квадратичного функционала.
32. Коэрцитивные билинейные формы. Теорема Лакса-Мильграма.

Дополнительные вопросы

1. Вариационная формулировка стационарной краевой задачи для уравнения Навье-Стокса при смешанных краевых условиях.
2. Слабое решение краевой задачи для стационарного уравнения теплопереноса.
3. Теорема Шаудера.
4. Теорема Лере-Шаудера.
5. Монотонные операторы
6. Модели гидродинамики вязкой жидкости.
7. Усложненные модели гидродинамики. Методы построения математических моделей.
8. Применение пакетов прикладных программ для дискретизации и численного решения краевых задач.
9. Сущность и основные особенности пакета FreeFem++.
10. Некоторые сведения о математическом аппарате метода конечных элементов.

11. Понятие обобщенной функции. Пространство обобщенных функций.
12. Основные операции с обобщенными функциями.
13. Пространства Соболева. Основные факты. Примеры.
14. Понятие сопряженного пространства. Сопряженные к пространствам Соболева.
15. Понятие области с липшицевой границей. Пространства следов. Сопряженные к пространствам следов.
16. Понятие об операторе вложения. Примеры теорем вложения.
17. Теорема об эквивалентности вариационной задачи и задачи минимизации квадратичного функционала.
18. Коэрцитивные билинейные формы. Теорема Лакса-Мильграма.
 19. Теоремы вложений для пространств Соболева.
 20. Теорема Лакса-Мильграма.
 21. Формулы Грина.
 22. Пространства следов.
 23. Двойственные пространства для основных пространств Соболева.
 24. Корректность слабой формулировки краевой задачи для стационарного линейного уравнения конвекции-диффузии-реакции при условии Дирихле.
 25. Корректность слабой формулировка краевой задачи для стационарного линейного уравнения конвекции-диффузии-реакции при смешанных граничных условиях.
 26. Существование и единственность слабого решения для стационарного линейного уравнения конвекции-диффузии-реакции при неоднородном условии Дирихле.
 27. Существование и единственность слабого решения для стационарного линейного уравнения конвекции-диффузии-реакции при неоднородных смешанных граничных условиях.
 28. Задача идентификации плотности источников.

29. Обратная коэффициентная задача для уравнения конвекции-диффузии-реакции.
30. Разрешимость задачи мультипликативного граничного управления для уравнения конвекции-диффузии-реакции.
31. Принцип неопределенных множителей Лагранжа.
32. Единственность решения линейной задачи распределенного управления.
33. Единственность решения задачи восстановления коэффициента реакции.
34. Единственность решения задачи идентификации коэффициента массообмена.
35. Вывод оценок устойчивости решения линейной экстремальной задачи
36. Оценки устойчивости мультипликативных задач управления.
37. Вариационная формулировка краевой задачи для стационарного уравнения Навье-Стокса.
38. Задачи граничного и распределенного управления для уравнения Навье-Стокса.
39. Краевая задача для нелинейного уравнения конвекции-диффузии-реакции.
40. Задачи управления для нелинейного уравнения конвекции-диффузии-реакции.