



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 образовательной
программы

Е.Л. Ефремов

УТВЕРЖДАЮ

Директор Департамента математики

В.С. Заболотский

« 20 » 02 20 23 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Метод конечных разностей и конечных объёмов
Направление подготовки 01.04.01 Математика
(Математика и моделирование сложных систем)
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 01.04.01 Математика, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации от 10.10.2018 г. № 12.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента математики, протокол 20.02.2023 г. №5.

Директор Департамента математики

В.С. Заболотский

Составитель:

ассистент Департамента математики Боровик К.Г.

Владивосток
2023

1. Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании
департамента математики, протокол от «20» февраля 2023 г. № 5.

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании _____ и
утверждена на заседании _____,

протокол от «___» _____ 202__ г. № ____.

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании _____ и
утверждена на заседании _____,

протокол от «___» _____ 202__ г. № ____.

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании _____ и
утверждена на заседании _____,

протокол от «___» _____ 202__ г. № ____.

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании _____ и
утверждена на заседании _____,

протокол от «___» _____ 202__ г. № ____.

I. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: получить целостное представление о способах получения и основных свойствах численных решений краевых задач для моделей гидродинамики и теплообмена.

Задачи:

- Сформировать целостное понятие краевой задачи для дифференциальных уравнений в частных производных.
- Сформировать общее целостное понятие численного метода и численного решения краевой задачи.
- Освоить основные понятия об источниках возникновения погрешностей, сформировать понятие сходимости численного решения и аппроксимации краевой задачи.
- Научиться применять и анализировать численные методы для решения краевых задач, возникающих при решении задач гидродинамики и теплообмена.
- Научиться обосновывать выбор численного метода при решении конкретных краевых задач, а также оценивать точность полученного решения.
- Освоить необходимый теоретический материал по программированию и использованию прикладных программ для автоматизации решения задач гидродинамики и теплообмена.

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО (в учебном плане): является дисциплиной обязательной части дисциплин, изучается на 1 курсе во 2 семестре и завершается экзаменом.

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК 1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знает основные методы научно-исследовательской деятельности Умеет применять полученные знания для решения поставленной задачи Владеет навыками сбора, обработки и систематизации информации
		УК 1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации и обоснования выбора оптимальной стратегии	Знает место численных методов в современной науке Умеет обосновывать выбор численного метода при решении краевых задач гидродинамики и теплообмена Владеет методами аппроксимации краевых задач для уравнений в частных производных

		УК 1.3 Предлагает и обосновывает стратегию действий для достижения поставленной цели с учетом ограничений, поисков и возможных последствий	Знает источники возникновения погрешностей Умеет определять область применения выбранного численного метода Владеет методами анализа и обоснования численных методов
Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК 2.1 Определяет проблему, на решение которой направлен проект, грамотно формулирует цель проекта. Планирует этапы работы над проектом с учетом последовательности их реализации, определяет этапы жизненного цикла проекта	Знает совокупность методов, необходимых для решения поставленной задачи Умеет проводить анализ поставленной цели и формулировать совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения Владеет методами конечных разностей и конечных объемов для решения задач гидродинамики и теплообмена
		УК 2.2 Разрабатывает программу действий по решению задач проекта с учетом имеющихся ресурсов и ограничений	Знает основные численные методы и алгоритмы решения задач гидродинамики и теплообмена Умеет представлять поставленную задачу в виде конкретных заданий Владеет способностью определять круг задач для достижения поставленных целей
		УК 2.3 Обеспечивает выполнение проекта в избранной профессиональной сфере в соответствии с установленными целями, сроками и затратами. Предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществляет его внедрение)	Знает способы оценки сходимости и погрешности численного метода Умеет оценивать сходимость и погрешность численного метода Владеет навыками работы с прикладным программным обеспечением

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-2 Способен строить и анализировать математические модели в	ОПК 2.1 Проводит анализ применения математических моделей в различных сферах	Знает основные модельные уравнения гидродинамики и теплообмена и свойства их решений Умеет анализировать

	современном естествознании, технике, экономике и управлении		математические модели гидродинамики и теплообмена Владеет основными понятиями постановки краевых задачи для модельных уравнений гидродинамики и теплообмена
		ОПК 2.2 Применяет методы построения и анализа математических моделей в современном естествознании, технике, экономике и управлении	Знает принципы построения и общие свойства разностных численных схем для уравнений гидродинамики и теплообмена Умеет строить вычислительные алгоритмы на основе методов конечных разностей и конечных объемов Владеет основными приемами конечно-разностного и конечно-объемного анализа

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц (180 академических часов).

III. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Пр	Лаб	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Математическое описание процессов гидродинамики и теплообмена	2	4			12		экзамен
2	Раздел 2. Основы метода конечных разностей	2	8	18		30		
3	Раздел 3. Метод конечных объемов	2	6	18		36		
	Итого:		18	36		72	54	

IV. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

2 семестр

Раздел 1. Математическое описание процессов гидродинамики и теплообмена (4 часа)

Тема 1. Модели сплошных сред (4 часа)

Общий вид закона сохранения в сплошной среде. Законы сохранения массы, импульса, энергии. Модельные уравнения.

Раздел 2. Основы метода конечных разностей (8 часов)

Тема 1. Общее понятие численного решения дифференциально-краевой задачи (2 часа)

Общая постановка краевой задачи. Примеры задач. Общий вид разностной краевой задачи. Примеры разностных схем. Понятие приближенного решения. Сходимость.

Тема 2. Аппроксимация (2 часа)

Понятия невязки, нормы невязки, порядка аппроксимации. Дисперсионная и диссипативная ошибка.

Тема 3. Устойчивость разностных схем (2 часа)

Определение устойчивости. Анализ устойчивости. Условная и абсолютная устойчивость. Примеры.

Тема 4. Решение СЛАУ (2 часа)

Возникновение СЛАУ при численном решении дифференциальных уравнений. Особенности матриц коэффициентов. Условие диагонального преобладания.

Раздел 3. Метод конечных объемов (6 часов)

Тема 1. Основы метода конечного объема (2 часа)

Базовые требования к расчетной сетке. Получение разностной схемы путем дискретизации закона сохранения. Общий вид конечно-объемной разностной схемы. Хранение коэффициентов СЛАУ.

Тема 2. Аппроксимация дифференциальных операторов (2 часа)

Вычисление потоков через грани конечных объемов. Метод Грина-Гаусса. Интерполяция. Вычисление нормальных градиентов. Метод наименьших квадратов для вычисления градиентов в центрах ячеек.

Тема 3. Алгоритм SIMPLE (2 часа)

Обоснование необходимости специального алгоритма. Шахматная сетка. Поправки скорости и давления. Уравнение для поправки давления. Алгоритм SIMPLE.

V. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

2 семестр

Практическое занятие 1. Вычисление порядка аппроксимации (2 часа).

1. Вычисление невязки и нормы невязки для обыкновенных дифференциальных уравнений.
2. Вычисление невязки и нормы невязки для уравнений в частных производных.

Практическое занятие 2. Сходимость разностных схем для уравнения переноса (2 часа).

1. Построение разностных схем для уравнения переноса

$$\frac{\partial u}{\partial t} + c \frac{\partial u}{\partial x} = 0$$

при разных способах аппроксимации производной по x :

А) Односторонняя разность

$$\frac{\partial u}{\partial x} \approx \frac{u_i - u_{i-1}}{\Delta x}.$$

Б) Центральная разность

$$\frac{\partial u}{\partial x} \approx \frac{u_{i+1} - u_{i-1}}{2\Delta x}.$$

В) Сглаженная центральная разность

$$\frac{\partial u}{\partial x} \approx \frac{u_{i+1} - u_{i-1}}{2\Delta x} + \frac{c\Delta t}{(\Delta x)^2} (u_{i+1} - 2u_i + u_{i-1}).$$

Г) Односторонняя трехточечная разность

$$\frac{\partial u}{\partial x} \approx \frac{3u_i - 4u_{i-1} + u_{i-2}}{2\Delta x}.$$

2. Программная реализация полученных разностных схем.
3. Сравнение численного решения с аналитическим.

Практическое занятие 3. Анализ устойчивости разностных схем (2 часа).

1. Анализ устойчивости разностной схемы для уравнения переноса с односторонней разностью.
2. Анализ устойчивости разностной схемы для уравнения переноса с центральной разностью.
3. Устойчивость явных и неявных схем для уравнения теплопроводности.
4. Устойчивость неявной схемы для уравнения переноса.

Практическое занятие 4. Проверка сходимости методом сгущения сетки (2 часа).

Проверка сходимости разностных схем для уравнения переноса путем уменьшения Δx и Δt .

Практическое занятие 5. Метод прогонки (2 часа).

1. Программная реализация неявной разностной схемы для уравнения

переноса с использованием метода прогонки для решения СЛАУ.

2. Численная проверка устойчивости.

Практическое занятие 6-7. Метод Гаусса-Зейделя и условие диагонального преобладания (4 часа).

1. Программная реализация неявной разностной схемы для уравнения переноса с использованием метода Гаусса-Зейделя для решения СЛАУ.

2. Численная проверка устойчивости и условия диагонального преобладания.

Практическое занятие 8-9. Нижняя релаксация СЛАУ (4 часа).

1. Программная реализация нижней релаксации разностной схемы для уравнения переноса.

2. Численная проверка устойчивости.

Практическое занятие 10. Одномерные конечно-объемные схемы (2 часа).

1. Одномерные конечно-объемные схемы для уравнения теплопроводности.

2. Одномерные конечно-объемные схемы для уравнения переноса.

3. Решение одномерной стационарной задачи теплообмена.

Практическое занятие 11-12. Многомерные конечно-объемные схемы (4 часа).

Получение разностного аналога для двумерного уравнения конвекции-диффузии.

Практическое занятие 13-14. Аппроксимация дифференциальных операторов (4 часа).

1. Вычисление градиента и дивергенции заданного поля методом Грина-Гаусса.

2. Вычисление градиента поля методом наименьших квадратов.

3. Вычисление нормального градиента поля на гранях ячеек.

4. Дискретизация уравнения Пуассона и получение СЛАУ.

Практическое занятие 15-16. Алгоритм SIMPLE (4 часа).

1. Течение в системе труб.

2. Двумерное стационарное движение несжимаемой жидкости.

Практическое занятие 17-18. Решение двумерной стационарной задачи теплопроводности (4 часа).

VI. 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	Раздел I. Математическое описание	ОПК 2.1 Проводит анализ применения математических	Знает: основные модельные уравнения гидродинамики и теплообмена и свойства их	УО-1 собеседование / устный опрос	вопрос к экзамену 1

	процессов гидродинамики и теплообмена	моделей в различных сферах	решений		
			Умеет: анализировать математические модели гидродинамики и теплообмена	УО-1 собеседование / устный опрос	
		УК 1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Владеет: основными понятиями постановки краевых задачи для модельных уравнений гидродинамики и теплообмена		
			Знает: основные методы научно-исследовательской деятельности	УО-1 собеседование / устный опрос	вопрос к экзамену 1
Умеет: применять полученные знания для решения поставленной задачи	УО-1 собеседование / устный опрос				
Владеет: навыками сбора, обработки и систематизации информации					
2	Раздел 2. Основы метода конечных разностей	УК 1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации и обоснования выбора оптимальной стратегии	Знает: место численных методов в современной науке	УО-1 собеседование / устный опрос	вопросы к экзамену 2-9
			Умеет: обосновывать выбор численного метода при решении краевых задач гидродинамики и теплообмена	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-12 Расчетно- графическая работа	
			Владеет: методами аппроксимации краевых задач для уравнений в частных производных	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-12 Расчетно- графическая работа	
		УК 1.3 Предлагает и обосновывает стратегию действий для достижения поставленной цели с учетом ограничений, поисков и возможных последствий			вопросы к экзамену 2-9
3	Раздел 3. Метод конечных объемов	УК 2.1 Определяет проблему, на решение которой направлен проект, грамотно формулирует цель проекта. Планирует этапы работы над проектом с учетом последовательности	Знает: совокупность методов, необходимых для решения поставленной задачи Умеет: проводить анализ поставленной цели и формулировать совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения Владеет: методами конечных разностей и конечных объемов	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-12 Расчетно- графическая работа	Вопросы к экзамену 10-15

	их реализации, определяет этапы жизненного цикла проекта	для решения задач гидродинамики и теплообмена		
	УК 2.2 Разрабатывает программу действий по решению задач проекта с учетом имеющихся ресурсов и ограничений	Знает: основные численные методы и алгоритмы решения задач гидродинамики и теплообмена Умеет: представлять поставленную задачу в виде конкретных заданий Владеет: способностью определять круг задач для достижения поставленных целей	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-12 Расчетно-графическая работа	Вопросы к экзамену 10-15
	УК 2.3 Обеспечивает выполнение проекта в избранной профессиональной сфере в соответствии с установленными целями, сроками и затратами. Предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществляет его внедрение)	Знает: способы оценки сходимости и погрешности численного метода Умеет: оценивать сходимость и погрешность численного метода Владеет: навыками работы с прикладным программным обеспечением	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-12 Расчетно-графическая работа	Вопросы к экзамену 10-15
	ОПК 2.2 Применяет методы построения и анализа математических моделей в современном естествознании, технике, экономике и управлении	Знает: принципы построения и общие свойства разностных численных схем для уравнений гидродинамики и теплообмена Умеет: строить вычислительные алгоритмы на основе методов конечных разностей и конечных объемов Владеет: основными приемами конечно-разностного и конечно-объемного анализа	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-12 Расчетно-графическая работа	Вопросы к экзамену 10-15

Типовые варианты индивидуальных домашних заданий и контрольных работ, вопросы к коллоквиумам, вопросы к зачёту, критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков представлены в Фонде оценочных средств дисциплины «Метод конечных разностей и конечных объёмов».

VII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, Интернет ресурсами;
- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, с теоретическим материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- решение задач;
- выполнение контрольных работ;
- выполнение практических заданий;
- подготовка к экзамену.

Самостоятельная работа по дисциплине включает в себя подготовку к практическим занятиям (изучение литературы) и подготовку к промежуточной аттестации по дисциплине.

Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем

Список учебной литературы представлен в разделе VIII. В библиотеке ДВФУ доступны печатные экземпляры основных и дополнительных источников.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине представлены в разделе IX. Типовые варианты индивидуальных домашних заданий и контрольных работ, вопросы к коллоквиумам, вопросы к зачёту, критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков представлены в Фонде оценочных средств дисциплины «Метод конечных разностей и конечных объёмов».

VIII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Moukalled F. The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics [Electronic resource] / Moukalled F., Mangani L., Darwish M. - Cham : Springer International Publishing, 2015. – 791 p. – Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:861207&theme=FEFU>

2. Гулин, А. В. Введение в численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие / А. В. Гулин, О. С. Мажорова, В. А. Морозова. - СПб : АРГАМАК-МЕДИА : ИНФРА-М, 2019. - 368 с. – Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=Znanium:Znanium-883943&theme=FEFU>

3. Павловский, В. А. Вычислительная гидродинамика. Теоретические основы: Учебное пособие / В. А. Павловский, Д. В. Никущенко. – 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 368 с. – Режим доступа: <https://lanbook.com/catalog/fizika/vychislitelnaya-gidrodinamika-teoreticheskie-osnovy/>

4. Учайкин, В. В. Механика. Основы механики сплошных сред. Задачи с указаниями и ответами / В. В. Учайкин. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 320 с. – Режим доступа: <https://lanbook.com/catalog/fizika/mekhanika-osnovy-mekhaniki-sploshnykh-sred-zadachi-s-ukazaniyami-i-otvetami/>

Дополнительная литература

1. Андерсон Д. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. Том 1 /

Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. – М. : Мир, 1990. – 384 с. URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:28231&theme=FEFU>

2. Андерсон Д. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. Том 2 / Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. – М. : Мир, 1990. – 384 с. URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:28232&theme=FEFU>

3. Патанкар, С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости: Пер. с англ. / С. Патанкар. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с.

4. Рябенский, В. С. Введение в вычислительную математику [Электронный ресурс] / В. С. Рябенский. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 288 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/544692>

5. Самарский, А. А. Введение в численные методы / А. А. Самарский. – 5-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 288 с. – URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:54000&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Учебник Moukalled F. The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-16874-6>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Сайт OpenFOAM <https://www.openfoam.com/>
2. Сайт Scilab <https://www.scilab.org/>

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>

IX. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, практические занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, практические занятия, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Практические занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса. Каждое практическое занятие преподавателем задаётся общее домашнее задание, которое необходимо выполнить к следующему практическому занятию. Домашнее задание проверяется совместно со всеми студентами группы на практическом занятии. Индивидуальные домашние задания соответствуют изучаемым разделам или подразделам. Индивидуальное домашнее задание необходимо выполнить в течение установленного срока и сдать преподавателю на проверку. Оценка «зачтено» ставится за все верно выполненные задания. В противном случае индивидуальное домашнее задание возвращается на доработку.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче экзамена, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ

и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

Подготовка к экзамену. К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (практические, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий. Подготовка к экзамену состоит в систематизации полученных знаний и умений, повторении основных теоретических вопросов, методов решения задач и разборе решённых на практических занятиях задач. При подготовке к экзамену стоит обратить внимание на тренировку способности устного изложения сути вопроса, доказательств основных утверждений. Оценка за экзамен ставится по пятибалльной системе.

Х. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Для проведения занятий прежде всего требуются учебная доска, маркеры или мел (в соответствии с типом учебной доски).

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
D208/347, D303, D313а, D401, D453, D461, D518, D708, D709, D758, D761, D762, D765, D766, D771, D917, D918, D920, D925, D576, D807	Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, аудиопроигрывателем	
D229, D304, D306, D349, D350, D351, D352, D353, D403, D404, D405, D414, D434, D435, D453, D503, D504, D517, D522, D577, D578, D579, D580, D602, D603, D657, D658, D702, D704, D705, D707, D721, D722, D723, D735, D736, D764, D769, D770, D773, D810, D811, D906, D914, D921, D922, D923, D924, D926	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avergence; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления	

D207/346	<p>Мультимедийная аудитория: Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления)</p>	
D226	<p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления), D362 (профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; Компьютерный класс на 15 посадочных мест</p>	
D447, D448, D449, D450, D451, D452, D502, D575	<p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления</p>	
D446, D604, D656, D659, D737, D808, D809, D812	<p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; Компьютерный класс; Рабочее место: Компьютеры (Твердотельный диск - объемом 128 ГБ; Жесткий диск - объем 1000 ГБ;</p>	

	Форм-фактор – Tower); комплектуется клавиатурой, мышью. Монитором AOC i2757Fm; комплектom шнуров эл. питания) Модель - M93p 1; Лингафонный класс, компьютеры оснащены программным комплексом Sanako study 1200	
D501, D601	Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; Компьютерный класс на 26 рабочих мест. Рабочее место: Моноблок Lenovo C360G- i34164G500UDK	
A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов	Моноблок Lenovo C360G- i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир- принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копир- принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus- 80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Мето цифровой; Устройство портативное для чтения плоскопечатных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing- Arm PC edition; Видео увеличитель Гораз 24" XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY	Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № A238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ppt.; - лицензия па право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия па право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft

	портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Мемо цифровой.	SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.
--	---	--

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.