



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 образовательной
программы

УТВЕРЖДАЮ
Директор Департамента математики

Е.Л. Ефремов



В.С. Заболотский

«до» 02 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Метод математического моделирования
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:

профессор Департамента математического и компьютерного моделирования
Алексеев Г.В., ассистент Департамента математического и компьютерного
моделирования Спивак Ю.Э.

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: дать представление о методе математического моделирования (МММ) как о новой методологии научного познания природных процессов, явлений и техногенных объектов. Привести примеры применения МММ для решения прикладных задач, возникающих в прикладных областях, включая механику, теорию гравитации, распространение тепла и вещества, гидродинамику, акустику, электромагнетизм, биологию, иммунологию, химическую кинетику.

Задачи:

- Сформировать целостное представление о методе математического моделирования как о триаде, состоящей из модели, алгоритма, программы.
- Разобрать схему и основные этапы применения МММ для решения прикладных задач и роль вычислительного эксперимента как важной компоненты МММ.
- Изложить методику применения МММ для вывода математических моделей природных процессов, явлений и техногенных объектов и с помощью этой методики вывести математические модели, используемые в естественнонаучных областях.
- Классифицировать основные классы математических задач, возникающих при применении МММ, включая прямые и обратные задачи, корректно поставленные и некорректно поставленные задачи и связи между ними.

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

Универсальные компетенции 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, вырабатывать стратегию действий	УК 1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знает методы математического моделирования и моделирования, теоретического и экспериментального исследования Умеет решать проблемные ситуации в области математического

			<p>моделирования Владеет методами анализа содержательной интерпретации полученных результатов.</p>
		<p>УК 1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации и обоснования выбора оптимальной стратегии</p>	<p>Знает методы поиска, отбора и систематизации информации Умеет самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии Владеет приемами обоснования выбора оптимальной стратегии</p>
		<p>УК 1.3 Предлагает и обосновывает стратегию действий для достижения поставленной цели с учетом ограничений, поисков и возможных последствий</p>	<p>Знает принятые в математическом моделировании стратегии действий для достижения поставленной цели с учетом ограничений Умеет обосновывать принятую стратегию решения поставленной задачи Владеет навыками практического применения принятых в математическом моделировании стратегий действий для достижения поставленной цели с учетом ограничений</p>
<p>Разработка и реализация проектов</p>	<p>УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>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</p>	<p>Знает, как грамотно формулировать цель проекта. Умеет определять проблему, на решение которой направлен проект. Владеет планированием этапов работы над проектом с учетом последовательности их реализации, умением определять этапы жизненного цикла проекта.</p>
		<p>УК 2.2 Разрабатывает программу действий по решению задач проекта с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>Знает типичные последовательности действий по решению задач проекта. Умеет правильно определять имеющиеся ресурсы и ограничения при решении задач проекта. Владеет способностью разрабатывать программу действий по решению задач проекта.</p>
		<p>УК 2.3 Обеспечивает выполнение проекта в избранной профессиональной сфере в соответствии с установленными целями,</p>	<p>Знает типичные методы реализации проектов в области математического моделирования. Умеет выполнять в области математического</p>

		сроками и затратами. Предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществляет его внедрение)	моделирования в соответствии с установленными целями, сроками и затратами. Владеет навыками внедрения в практику результатов проектов в области математического моделирования.
Межкультурное взаимодействие	УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК 5.1 Организует и модерирует межкультурное взаимодействие для решения профессиональных задач	Знает основные методы анализа культурных особенностей для межкультурного взаимодействия. Умеет учитывать культурологические особенности в процессе межкультурного взаимодействия. Владеет методами организации межкультурного взаимодействия.
		УК 5.2 Выбирает способы преодоления коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных барьеров для межкультурного взаимодействия при решении профессиональных задач	Знает особенности профессиональной коммуникации на государственном (русском) и иностранном языках. Умеет осуществлять профессиональную коммуникацию вне зависимости от коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных барьеров. Владеет методами преодоления коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных барьеров для межкультурного взаимодействия при решении профессиональных задач.

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 современном естествознании, технике, экономике и управлении	ОПК 2.1 Проводит анализ применения математических моделей в различных сферах	Знает методику применения математических моделей в различных сферах Умеет анализировать применение математических моделей в различных сферах Владеет методиками применения математических моделей в различных сферах

		ОПК 2.2 Применяет методы построения и анализа математических моделей в современном естествознании, технике, экономике и управлении	Знает методы построения и анализа математических моделей в современном естествознании, технике, экономике и управлении Умеет применять методы построения и анализа математических моделей в современном естествознании, технике, экономике и управлении Владеет методикой построения и анализа математических моделей в современном естествознании, технике, экономике и управлении
--	--	--	---

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 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	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Основные принципы математического моделирования. Прямые и обратные задачи. Современные методы решения конечномерных задач	1	10	16	35		экзамен
2	Раздел 2. Математические модели в научных исследованиях. Примеры моделей из механики, гравитации, распространения тепла и веществ, гидродинамики, акустики, электромагнетизма, биологии, иммунологии, химической кинетики. Применение аналитических и численных методов.	1	8	16	23		
Итого:			18	32	58	36	

IV. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

1 семестр

Раздел 1. Основные принципы математического моделирования. Прямые и обратные задачи. Современные методы решения конечномерных задач (10 часов)

В раздел 1 входят следующие темы:

Тема 1. Сущность и принципы математического моделирования. (2 часа)

Метод математического моделирования (МММ) как метод научного познания природных и техногенных процессов, явлений, объектов.

Тема 2. МММ как триада: модель, алгоритм, вычислительный эксперимент. (2 часа)

Основные понятия, связанные с МММ. МММ как триада: модель, алгоритм, вычислительный эксперимент. Исторические аспекты возникновения МММ. Применение МММ в Атомном и Космическом проектах.

Тема 3. Прямые и обратные задачи. (2 часа)

Разбиение математических задач, возникающих в результате применения МММ, на классы прямых и обратных задач. Понятие корректно поставленной задачи. Понятие некорректно поставленной задачи. Примеры.

Тема 4. Оптимизационный метод решения обратных задач. (2 часа)

Операторная форма записи обратной задачи. Применение оптимизационного метода. Сведение к экстремальной задаче.

Тема 5. Методы регуляризации некорректных задач. (2 часа)

Методы А.Н. Тихонова и В.К. Иванова регуляризации некорректных задач. Основные идеи и этапы применения.

Раздел 2. Математические модели в научных исследованиях. Примеры моделей из механики, гравитации, распространения тепла и веществ, гидродинамики, акустики, электромагнетизма, биологии, иммунологии, химической кинетики. Применение аналитических и численных методов. (8 часов)

В раздел 2 входят следующие темы:

Тема 6. Моделирование в биологических системах. (2 часа)

Простейшие математические модели поведения биологических систем. Классическая модель хищник-жертва и ее обобщения.

Тема 7. МММ в задачах иммунологии. (2 часа)

Простейшая модель типа SIR, учитывающая взаимодействие восприимчивых, инфицированных и выздоровевших особей. Анализ модели и свойства решений.

Тема 8. Усложненные модели иммунологии. (2 часа)

Усложненная модель типа WIRIV, учитывающая взаимодействие восприимчивых, инфицированных и резистентных клеток с вирусами и интерферонами. Анализ модели и свойства решений. Обобщение модели SIR.

Тема 9. Моделирование в химической кинетике. (2 часа)

Математическое моделирование систем с химическими реакциями

V. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

1 семестр

Раздел 1. Основные принципы математического моделирования. Прямые и обратные задачи. Современные методы решения конечномерных задач. (16 часов)

Занятие 1. Плохо обусловленные системы линейных алгебраических уравнений. Число обусловленности. Псевдорешение и его свойства. (2 часа)

Занятие 2. Вариационные методы решения плохо обусловленных систем линейных алгебраических уравнений. Метод регуляризации А.Н. Тихонова. (2 часа)

Занятие 3. Методы невязки и квазирешений решения плохо обусловленных систем линейных алгебраических уравнений. Схема Лаврентьева. (2 часа)

Занятие 4. Постановка экстремальной задачи. Условия существования и единственности решения. (2 часа)

Занятие 5. Градиентные методы решения экстремальных задач. Методы нахождения глобальных экстремумов. (2 часа)

Занятие 6. Численное решение трехкомпонентных иммунологических моделей типа SIR. (2 часа)

Занятие 7. Численное решение усложненных иммунологических моделей типа SEIRO или WIRIV. Современные пакеты прикладных программ и их использование в научных исследованиях. (2 часа)

Занятие 8. МММ в процессах гравитации. Основные модели гравитационного поля. (2 часа)

Раздел 2. Математические модели в научных исследованиях. Примеры моделей из гравитации, распространения тепла и веществ, гидродинамики, акустики, электромагнетизма, биологии, иммунологии, химической кинетики. Применение аналитических и численных методов. (16 часов)

Занятие 9. МММ в задачах переноса тепла в сплошных средах и вакууме. Основные механизмы переноса тепла, и основанные на них математические модели. Линейные и нелинейные диффузионно-конвективные модели переноса тепла. Постановки начально-краевых задач для диффузионно-конвективных моделей переноса тепла. (2 часа)

Занятие 10. МММ в задачах переноса вещества в сплошных средах. Основные механизмы переноса вещества, и основанные на них математические модели. Линейные и нелинейные реакционно-диффузионно-конвективные модели переноса вещества. Постановки начально-краевых задач для реакционно-диффузионно-конвективных моделей переноса вещества. (2 часа)

Занятие 11. Реакционно-диффузионная модель типа SIR и WIRIV в задачах распространения вирусов в пространстве. Постановки начально-краевых задач для указанных моделей. (2 часа)

Занятие 12. МММ в механике сплошной среды. Простейшие модели движения жидкостей и газов. (2 часа)

Занятие 13. МММ в задачах распространения акустических полей в сплошных средах. Вывод моделей акустики из уравнений гидродинамики. Линейные и нелинейные модели акустики. Постановка задач излучения и дифракции звука. (2 часа)

Занятие 14. МММ в задачах распространения электромагнитных полей в сплошных средах и вакууме. Уравнения Максвелла - пример абсолютно точной (незамкнутой) математической модели. Основные механизмы распространения

электромагнитных полей в пространстве. Понятие электромагнитной волны. (2 часа)

Занятие 15. Прикладные вопросы теории электромагнитных волн. Исследование Вселенной. Видимость и невидимость материальных тел. Последние достижения в задачах распространения электромагнитных волн и в теории обеспечения невидимости. (2 часа)

Занятие 16. Обзор курса. Повторение всех тем курса. Защита выполненных рефератов. (2 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 1. Основные принципы математического моделирования . Прямые и обратные задачи. Современные методы решения конечномерных задач	УК 1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знает методы анализа проблемных ситуаций	УО-1 собеседование / устный опрос; УО-3 доклад, презентация; ПР-4 реферат; ПР-13 расчетно-графическая работа;	вопросы к экзамену 1-7
			Умеет анализировать и систематизировать проблемные ситуации, возникающие на пути реализации поставленной цели		
			Владеет методами анализа, систематизации и преодоления проблемных ситуаций		
		УК 1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации и обоснования выбора оптимальной стратегии	Знает методы поиска, отбора и систематизации информации, необходимой для принятия стратегических решений		
			Умеет осуществлять поиск, систематизировать и отбирать полезную для принятия решений информацию		
			Владеет умением выбора оптимальной стратегии на основе поиска и систематизации информации, а также оценки альтернативных ситуаций. В частности, владеет методами оптимизации в точных науках и навыками		

			их применения в прикладных задачах.		
		УК 1.3 Предлагает и обосновывает стратегию действий для достижения поставленной цели с учетом ограничений, поисков и возможных последствий	Знает о возможных ограничениях при выборе стратегии действий, а также о возможных последствиях.		
			Умеет предложить и обосновать стратегию действий с учетом имеющихся ограничений и возможных последствий.		
			Владеет методами стратегического планирования в рамках своей профессиональной деятельности. В частности, владеет методами условной оптимизации.		
		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 основы проектной деятельности		
			Умеет планировать этапы работы над проектом с учетом приоритетов и последовательности реализации данных этапов.		
			Владеет основами стратегического планирования, а также основами проектной деятельности. Например, на данном этапе обучения может быть привлечен как исполнитель действующих проектов в рамках ДВФУ или ДВО РАН.		
		УК 2.2 Разрабатывает программу действий по решению задач проекта с учетом имеющихся ресурсов и ограничений	Знает об имеющихся ресурсах, которые могут быть направлены на решение поставленных задач		
			Умеет разрабатывать программу действий по решению задач в рамках проекта с учетом ряда ограничений		
			Владеет методами разработки программ, учитывающих ресурсные ограничения, например ограничения по времени. В частности, владеет методами написания программ для ЭВМ.		

		<p>УК 2.3</p> <p>Обеспечивает выполнение проекта в избранной профессиональной сфере в соответствии с установленными целями, сроками и затратами.</p> <p>Предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществляет его внедрение)</p>	<p>Знает возможные пути и алгоритмы внедрения в практику результатов проекта</p> <p>Умеет обеспечивать выполнение проекта в избранной профессиональной сфере в соответствии с целями, сроками и затратами.</p> <p>Владеет методами программной реализации разработанных в рамках проекта алгоритмов, а также навыками внедрения результатов проекта в практическую либо в учебную деятельность.</p>		
2	<p>Раздел 2. Математические модели в научных исследованиях. Примеры моделей из механики, гравитации, распространения тепла и веществ, гидродинамики, акустики, электромагнетизма, биологии, иммунологии, химической кинетики. Применение аналитических и численных методов</p>	<p>УК 5.1</p> <p>Организовывает и модерирует межкультурное взаимодействие для решения профессиональных задач</p> <p>УК 5.2</p> <p>Выбирает способы преодоления коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных барьеров для межкультурного взаимодействия при решении профессиональных задач</p>	<p>Знает основы межкультурного взаимодействия в рамках своей профессиональной деятельности</p> <p>Умеет моделировать ситуации, возникающие при возможном взаимодействии разных культур на этапе решения профессиональных задач</p> <p>Владеет методами моделирования различных ситуаций в рамках межкультурного взаимодействия. В частности, может быть участником международных конференций или общаться с зарубежными коллегами в рамках совместных проектов</p> <p>Знает способы преодоления коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных барьеров для межкультурного взаимодействия при решении профессиональных задач</p> <p>Умеет выбирать пути решения коммуникативных, образовательных, этнических и иных конфликтов, возникающих на пути решения профессиональных задач.</p> <p>Владеет способами преодоления проблем, возникающих в профессиональной</p>	<p>УО-1</p> <p>собеседование / устный опрос;</p> <p>УО-3</p> <p>доклад, презентация;</p> <p>ПР-4</p> <p>реферат;</p>	<p>вопросы к экзамену</p> <p>8-14</p>

			деятельности.		
		ОПК 2.1 Проводит анализ применения математических моделей в различных сферах	Знает методы математического моделирования		
			Умеет применять методы математического моделирования на практике и анализировать результаты их применения		
			Владеет методами математического моделирования в различных сферах		
		ОПК 2.2 Применяет методы построения и анализа математических моделей в современном естествознании, технике, экономике и управлении	Знает методы построения и анализа математических моделей в современном естествознании, технике, экономике и управлении		
			Умеет применять методы построения и анализа математических моделей в современном естествознании, технике, экономике и управлении		
			Владеет методикой построения и анализа математических моделей в современном естествознании, технике, экономике и управлении		

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 математического моделирования».

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 математического моделирования».

VIII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Юрчук, С. Ю. Методы математического моделирования : учебное пособие / С. Ю. Юрчук. — Москва : МИСИС, 2018. — 96 с. — ISBN 978-5-906953-43-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108036>

2. Плохотников, К.Э. Метод и искусство математического моделирования : курс лекций / К.Э. Плохотников .— 2-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2017 .— 520 с. : ил. — ISBN 978-5-9765-1541-3 .— URL: <https://rucont.ru/efd/246488>

3. Обратные задачи и методы их решения: приложения к геофизике / А. Г. Ягола, В. Янфей, И. Э. Степанова, В. Н. Титаренко. — 4-е изд., эл. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 219 с. :— (Математическое моделирование). — Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=446071>

4. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Голубева Н. В. - СПб. : Лань, 2016. - 192 с. - <https://e.lanbook.com/book/76825#authors>

5. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем : учебник для вузов; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет. — 7-е изд. — М. : Издательство Юрайт, 2012. — 343 с. <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:693486&theme=FEFU>

6. Качала, В. В. Основы теории систем и системного анализа : учебное пособие / В. В. Качала. — 2-е изд., испр. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 210 с. — ISBN 978-5-9912-0249-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111061>

7. Мартинсон, Л. К. Математика в техническом университете : учебник : в 21 выпуск / Л. К. Мартинсон, Ю. И. Малов. — 4-е изд., стер. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007 — Выпуск 12 : Дифференциальные уравнения математической физики — 2011. — 367 с. — ISBN 978-5-7038-3539-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106547>

8. Балдин, К. В. Математическое программирование : учебник / К. В. Балдин, Н. А. Брызгалов, А. В. Рукосуев ; под общей редакцией К. В. Балдина. — 2-е изд. — Москва : Дашков и К, 2016. — 218 с. — ISBN 978-5-394-01457-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72381> (<https://lib.dvfu.ru/lib/>)

9. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учебник для академического бакалавриата / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 321 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-01698-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/434183> (<https://lib.dvfu.ru/lib/>)

Дополнительная литература

1. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М.: Физматлит, 2005 (5-е изд.). ISBN 5-9221-0120-X. <http://padabum.com/d.php?id=21299>

2. 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>

3. 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>

4. Алексеев Г.В., Левин В.А., Терешко Д.А. Анализ и оптимизация в задачах дизайна устройств невидимости материальных тел. М.: Физматлит, 2021. 328 с.

5. R. Illner, C.S. Bohun, S. McCollum, Th. v. Roode, Mathematical Modelling: A Case Studies Approach. – AMS Student Mathematical Library v. 27, 2005. – 196 p.

6. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. Кн.1. Изд-во МЦНМО. 2011. –с. 624. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=9304

7. Ильин А.М. Уравнения математической физики. Издательство Физматлит. 2009. 192 с.

8. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. Кн.2. Изд-во МЦНМО. 2011. –с. 434. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=930

9. Суворова Н.И. Информационное моделирование. Величины, объекты, алгоритмы. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 128 с.: ил.

10. Васин В. В. Основы теории некорректных задач / В. В. Васин; Институт математики имеханики им. Н. Н. Красовского УрО РАН. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2020. - 313 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Плохотников, К.Э. Методы разработки математических моделей и вычислительный эксперимент на базе пакета Matlab : курс лекций / К.Э. Плохотников. - М. : СОЛОН-Пр., 2017. - 628 с. - (Библиотека студента). - ISBN 978-5-91359-211-8. - Текст : электронный. –
URL: <https://znanium.com/catalog/product/10150512017>.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты MS Outlook.

2. Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

3. Microsoft Windows

4. Microsoft Office

5. MS Teams
6. Среда для разработки программ на языках программирования C++, C# («Microsoft Visual Studio»).
7. Среда для моделирования Matlab, Simulink.
8. FreeFEM++
9. Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).
10. LaTeX - набор макрорасширений системы компьютерной вёрстки TeX.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронный каталог библиотеки ДВФУ: <http://lib.dvfu.ru/>
2. <http://elibrary.ru> - российская научная электронная библиотека
3. Федеральный портал Российское образование <http://window.edu.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" - <http://znanium.com>
5. ЭБС "Лань" - <http://e.lanbook.com>
6. <http://biblioclub.ru> – электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн".
7. [http:// www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru) – электронно-библиотечная система «Электронная библиотека технического ВУЗа».
8. ЭБС "Юрайт" - <http://www.biblio-online.ru>
9. База данных Scopus <http://www.scopus.com/>
10. 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. Обратит 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 Avervision; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления	
D207/346	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 видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления)	
D226	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	
D447, D448, D449, D450, D451, D452, D502, D575	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	
D446, D604, D656, D659, D737, D808, D809, D812	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; Форм-фактор – Tower); комплектуется клавиатурой, мышью. Монитором AOC i2757Fm; комплектом 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 Мемо цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечатных 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 портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Мемо цифровой.	Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № А238-14/2); 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 portalу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft 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.