

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Пермский государственный национальный исследовательский университет"

Физико-математический институт

Авторы-составители: **Бузмакова Мария Михайловна**

Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
Код УМК 62478

Утверждено
Протокол №8
от «23» апреля 2025 г.

Пермь, 2025

1. Наименование дисциплины

Математическое и компьютерное моделирование

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **01.03.02** Прикладная математика и информатика
направленность Инженерия программного обеспечения

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Математическое и компьютерное моделирование** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность : Инженерия программного обеспечения)

УК.1 Способен осуществлять поиск, анализ и синтез информации, применять системный подход для разрешения проблемных ситуаций

Индикаторы

УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников

УК.1.2 Работает с противоречивой информацией из разных источников, находит пробелы в необходимой для разрешения проблемы информации, определяет варианты устранения пробелов

УК.2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать способы их решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений

Индикаторы

УК.2.1 Формулирует задачи, исходя из поставленной цели

УК.2.2 Оценивает имеющиеся ресурсы (временные, материальные и пр.) для решения сформулированных задач

УК.2.3 Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений

УК.4 Способен осуществлять деловую коммуникацию на русском и иностранном языках в устной и письменной формах

Индикаторы

УК.4.3 Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах

ОПК.1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.1.1 Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук

ОПК.3 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

Индикаторы

ОПК.3.1 Применяет знания основных математических методов и владеет навыками их адаптации для решения конкретной прикладной задачи

ОПК.3.2 Разрабатывает и реализует алгоритм решения прикладной задачи

ОПК.3.3 Демонстрирует практический опыт решения прикладных задач с использованием систем программирования и специализированного программного обеспечения

ОПК.4 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.4.1 Применяет навыки использования и модификации математических моделей и моделей данных для решения задач в области профессиональной деятельности

ОПК.4.2 Выбирает или модифицирует готовую модель для решения задач в области профессиональной деятельности

ОПК.4.3 Демонстрирует практический опыт по использованию или модификации готовых математических моделей и моделей данных для решения задач в области профессиональной деятельности

ПК.1 Способен проводить работы по сбору, обработке и анализу информации и результатов исследований в предметной области

Индикаторы

ПК.1.1 Применяет актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний

(обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук)

ПК.1.2 Применяет методы анализа научных данных, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, в том числе с использованием пакетов прикладных программ

ПК.1.3 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений

ПК.2 Способен выполнять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности

Индикаторы

ПК.2.1 Анализирует проблемную ситуацию: выявляет существенные явления, устанавливает причинно-следственную связь между ними и создает или модифицирует известную математическую модель, используя принципы системного анализа

ПК.2.2 Разрабатывает концепцию и архитектуру программной системы, ее функциональные возможности и логику работы, делает выбор средств проектирования и реализации

ПК.3 Способность осуществлять теоретическое обобщение исходных данных, использовать современные математические модели и методы при решении задач моделирования в предметной области

Индикаторы

ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области

ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области

ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Инженерия программного обеспечения)
форма обучения	очная
№№ семестров, выделенных для изучения дисциплины	5
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	52
Проведение лекционных занятий	18
Проведение практических занятий, семинаров	34
Самостоятельная работа (ак.час.)	92
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (5 семестр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Математическое и компьютерное моделирование

Курс "Математическое и компьютерное моделирование" содержит основные понятия, определения, положения и подходы построения и исследования математических моделей в разных предметных областях.

Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Детерминированные модели
В данном разделе приведены сведения об определении и назначении моделирования, рассмотрены различные классификации моделирования, классификации моделей, этапы построения математической модели и ее компьютерная реализация. Также данный раздел знакомит студентов с подходами построения математических моделей.

Математическая модель. Математическое моделирование. Этапы построения математической модели.

Данная тема содержит: определение и свойства модели, классификация моделей по разным критериям, определение и классификацию моделирования, описание видов моделирования, определение математического моделирования, определение и классификацию математических моделей, этапы построения математической модели.

Подходы к построению математических моделей. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения. Модель – алгоритм – программа.

Данная тема освещает принципы построения математических моделей, основанных на дедукции и индукции; знакомит студентов с основами вычислительной математики и способами компьютерной реализации математической модели.

Простейшие математические модели, основанные на фундаментальных законах природы. Простейшие математические модели, основанные на вариационных принципах построения модели.

В данном разделе приводятся подходы построения математических моделей, основанных на фундаментальных законах природы: законов сохранения, законов Ньютона, законов Всемирного тяготения, законов термодинамики, периодического закона Менделеева. Рассмотрены вариационные принципы построения модели, согласно которым рассматриваются общие утверждения о рассматриваемом объекте (системе, явлении) и гласят, что из всех возможных вариантов его поведения (движения, эволюции) выбираются лишь те, которые удовлетворяют определенному условию.

Иерархии моделей, универсальности математических моделей. Исследование математических моделей. Методы анализа и синтеза моделей.

В данном разделе рассмотрены подходы построения математических моделей, основанных на принципе иерархии математических моделей, что значит существование упорядоченного набора моделей, каждая из которых описывает изучаемое явление глубже, полнее и всестороннее. Также рассмотрены прочие подходы, основанные на построении аналогий и блочных принципах; обозначена универсальность моделей. Также обсуждены вопросы исследования, анализа математических моделей, их синтеза и возможности применения в разных предметных областях.

Математическое и компьютерное моделирование в разных предметных областях

Данный раздел описывает подходы построения математических моделей в биологии, экономики и прочих областях человеческой деятельности; а также способы их компьютерной реализации.

Математические модели в биологии.

Данная тема освещает базовые понятия в моделировании биологических систем, приводит примеры биологических

моделей поведения численности популяции одного вида, двух конкурирующих видов, модели "хищник-жертва".

Модели микро- и макроэкономики.

Данная тема освещает базовые понятия в моделировании микро- и макроэкономических систем, знакомит с особенностями экономико-математического моделирования, приводит примеры теоретических и прикладных моделей.

Оптимизация и математическое программирование. Динамическое программирование.

Данная тема описывает поиск наилучшего варианта решения из множества возможных решений, приводит классификацию оптимизационных задач и способы их решения.

Стохастические модели

Данные раздел знакомит студента с основами моделирования случайных процессов, основанных на теории вероятностей, математической статистике, теории марковских процессов. Особое внимание в данном разделе уделено моделированию систем массового обслуживания.

Моделирование случайных величин и случайных событий

Данная тема освещает основные понятия случайных величин и случайных событий, законов распределения случайных величин и способов их компьютерного моделирования.

Моделирование в условиях неопределенности. Принятие решений в условиях неопределенности и риска. Марковские случайные процессы.

Данная тема знакомит студентов с основами моделирования в условиях неопределенности, теорией принятия решений в условиях неопределенности и риска на примере моделей в экономике. Также освещаются вопросы марковских случайных процессов.

Системы массового обслуживания, классификации.

Данная тема содержит определение и классификации систем массового обслуживание, описание их характеристик и способов их моделирования. В частности, рассмотрены одноканальные и многоканальные системы без отказов, с отказами, с очередью.

Понятие и задачи теории игр.

Данная тема освещает методы построения оптимальных стратегий в ситуациях, когда участники (игроки) имеют противоположные интересы. Основная задача теории игр — выработка рекомендаций по разумному поведению, что включает анализ вариантов действий и их последствий для всех сторон конфликта.

Современные тенденции развития

Данный раздел знакомит студентов с современными тенденциями развития компьютерного моделирования, основанных на нечеткой логике, методах машинного обучения и искусственного интеллекта, методах фрактальной теории и теории перколяции, подходах клеточных автоматов. Отдельное внимание в данном разделе уделено способам имитационного моделирования.

Модели нечетких систем. Математические основы нечеткой логики. Нечеткая база знаний.

Системы нечеткого вывода. Основные алгоритмы нечеткого вывода. Нечеткая кластеризация.

Данная тема освещает основные понятия и подходы моделирования нечетких систем.

Имитационное моделирование

Данная тема знакомит студентов с подходами имитационного моделирования.

Моделирование фрактальных систем и процессов. Введение в теорию перколяции и ее применение.

Данная тема знакомит студентов с методами моделирования, основанных на фрактальной теории и теории перколяции.

Клеточные автоматы и их применение.

Данная тема знакомит студентов с понятием клеточных автоматов и их применения для исследований.

ИИ, нейросетевое моделирование

Данная тема освещает применимость методов машинного обучения и искусственного интеллекта для построения и исследования моделей в разных сферах человеческой деятельности.

Итоговое контрольное мероприятие

Итоговое контрольное мероприятие включает работу над проектом по построению математической модели в выбранной предметной области.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Введение в математическое моделирование:учебное пособие/ред. П. В. Трусов.-Москва:Логос,2007, ISBN 978-5-98704-037-X.-440.-Библиогр.: с. 431-435
2. Зализняк, В. Е. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 125 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20525-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — <https://urait.ru/bcode/558307>
3. Акопов, А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. С. Акопов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 389 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02528-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/433149>
4. Ризниченко, Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Ч.1 / Г. Ю. Ризниченко. — Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 230 с. — ISBN 978-5-4344-0801-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/92043>
5. Шихеева, В. В. Теория случайных процессов : марковские цепи. Учебное пособие / В. В. Шихеева. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2013. — 70 с. — ISBN 978-5-87623-736-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/56202>
6. Кузнецов, В. В. Системы массового обслуживания : учебное пособие для вузов / В. В. Кузнецов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 332 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19257-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/556204>
7. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/537305>
8. Балакин А. А. Численные методы и математическое моделирование:учебное пособие для вузов/А. А. Балакин.-Долгопрудный:Издательский дом "Интеллект",2022, ISBN 978-5-91559-297-0.-288.-Библиогр.: с. 285-286 <https://elis.psu.ru/node/643387>
9. Шнарева, Г. В. Экономико-математическое моделирование : учебно-методическое пособие (рекомендации по самостоятельному изучению дисциплины) / Г. В. Шнарева. — Симферополь : Университет экономики и управления, 2022. — 146 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/128305>

Дополнительная:

1. Сергеев, А. П. Введение в нейросетевое моделирование : учебное пособие / А. П. Сергеев, Д. А. Тарасов ; под редакцией А. П. Сергеева. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. — 128 с. — ISBN 978-5-7996-2124-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/107025>
2. Божокин, С. В. Фракталы и мультифракталы / С. В. Божокин, Д. А. Паршин. — Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-4344-0780-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/92075>

3. Масягин, В. Б. Математическое моделирование и информационные технологии при проектировании в среде Scilab : учебное пособие / В. Б. Масягин, С. Б. Скobelев, А. С. Серков. — Омск : Омский государственный технический университет, 2022. — 138 с. — ISBN 978-5-8149-3412-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/131205>
4. Окулов, С. М. Динамическое программирование / С. М. Окулов, О. А. Пестов. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2024. — 297 с. — ISBN 978-5-93208-702-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/141295.html>
5. Таранцев, А. А. Случайные величины и работа с ними : учебно-методическое пособие / А. А. Таранцев ; под редакцией В. С. Артамонов. — Санкт-Петербург : Петрополис, 2011. — 160 с. — ISBN 978-5-9676-0294-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/27070>
6. Тараксевич Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс:учебное пособие/Ю. Ю. Тараксевич.-Москва:Едиториал УРСС,2004, ISBN 5-354-00913-8.-152.-Библиогр.: с. 148-149
7. Нечеткие задачи в математическом моделировании : методические указания к самостоятельной работе / составители И. А. Седых, В. А. Скопин. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 22 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/22896>
8. Кудрявцев, К. Я. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / К. Я. Кудрявцев, А. М. Прудников. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 114 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21189-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/559518>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Математическое и компьютерное моделирование** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательной среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice», Alt Linux;
- среда разработки программ на языке программирования высокого уровня.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтента, а также тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий - компьютерный класс. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборужован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборужован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборужован 5 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Математическое и компьютерное моделирование

Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания

УК.1

Способен осуществлять поиск, анализ и синтез информации, применять системный подход для разрешения проблемных ситуаций

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников	Умение осуществлять поиск, анализ и синтез информации, применять системный подход.	Неудовлетворительно Не выполняются критерии оценивания "Удовлетворительно", "Хорошо", "Отлично". Удовлетворительно Способен с помощью преподавателя, возможно с ошибками, осуществлять поиск, анализ и синтез информации, применять системный подход. Хорошо Способен с помощью преподавателя без ошибок осуществлять поиск, анализ и синтез информации, применять системный подход. Отлично Способен самостоятельно осуществлять поиск, анализ и синтез информации, применять системный подход.
УК.1.2 Работает с противоречивой информацией из разных источников, находит пробелы в необходимой для разрешения проблемы информации, определяет варианты устранения пробелов	Умение искать и анализировать информацию из разных источников, определять нужную.	Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно". Удовлетворительно Умеет с помощью преподавателя, возможно с ошибками, искать и анализировать информацию из разных источников, определять нужную. Хорошо Умеет с помощью преподавателя без ошибок искать и анализировать информацию из разных источников, определять нужную. Отлично Умеет самостоятельно искать и анализировать информацию из разных источников, определять нужную.

УК.2

Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать способы их решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
УК.2.1 Формулирует задачи, исходя из поставленной цели	Знание методов формулировки математической постановки задачи и навык их применения.	Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно" Удовлетворительно Знает частично методы формулировки математической постановки задачи и умеет с помощью преподавателя, возможно с ошибками их применять. Хорошо Знает методы формулировки математической постановки задачи и умеет с помощью преподавателя их применять. Отлично Знает методы формулировки математической постановки задачи и умеет самостоятельно их применять.
УК.2.2 Оценивает имеющиеся ресурсы (временные, материальные и пр.) для решения сформулированных задач	Знание способов объективной оценки временных и прочих ресурсов для решения задач.	Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", Удовлетворительно". Удовлетворительно Знает с большими пробелами способы объективной оценки временных и прочих ресурсов для решения задач. Хорошо Знает с небольшими пробелами способы объективной оценки временных и прочих ресурсов для решения задач. Отлично Знает способы объективной оценки временных и прочих ресурсов для решения задач.
УК.2.3 Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений	Умение найти и обосновать способ решения задачи в рамках ограничений.	Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно". Удовлетворительно Умеет с помощью преподавателя, возможно с ошибками, найти и обосновать способ решения задачи в рамках ограничений. Хорошо Умеет с помощью преподавателя без ошибок найти и обосновать способ решения задачи в рамках ограничений. Отлично Умеет самостоятельно найти и обосновать способ решения задачи в рамках ограничений.

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично ограничений.

УК.4

Способен осуществлять деловую коммуникацию на русском и иностранном языках в устной и письменной формах

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
УК.4.3 Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах	Умение осуществлять деловую коммуникацию на русском и иностранном языках в устной и письменной формах	<p>Неудовлетворительно Не выполняются критерии оценивания "Удовлетворительно", "Хорошо", "Отлично".</p> <p>Удовлетворительно Представляет с помощью преподавателя, возможно с ошибками, результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах.</p> <p>Хорошо Представляет с помощью преподавателя без ошибок результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах.</p> <p>Отлично Представляет самостоятельно результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах.</p>

ОПК.1

Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.1.1 Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук	Умение применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.	<p>Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно".</p> <p>Удовлетворительно Умеет с помощью преподавателя, возможно с ошибками, применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.</p> <p>Хорошо Умеет с помощью преподавателя без ошибок</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p>Хорошо применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.</p> <p>Отлично Умеет самостоятельно применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.</p>

ОПК.3

Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.3.1 Применяет знания основных математических методов и владеет навыками их адаптации для решения конкретной прикладной задачи	Знание основных математических методов для решения разных прикладных задач.	<p>Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно".</p> <p>Удовлетворительно Знает с большими пробелами основные математические методы для решения разных прикладных задач.</p> <p>Хорошо Знает с небольшими пробелами основные математические методы для решения разных прикладных задач.</p> <p>Отлично Знает основные математические методы для решения разных прикладных задач.</p>
ОПК.3.2 Разрабатывает и реализует алгоритм решения прикладной задачи	Навык разработки программ для проведения компьютерного моделирования.	<p>Неудовлетворительно Не выполнены критерии "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно".</p> <p>Удовлетворительно Разрабатывает с помощью преподавателя, возможно с ошибками, программы для проведения компьютерного моделирования.</p> <p>Хорошо Разрабатывает с помощью преподавателя без ошибок программы для проведения компьютерного моделирования.</p> <p>Отлично Разрабатывает самостоятельно программы для проведения компьютерного моделирования.</p>
ОПК.3.3	Знание и умение применять	Неудовлетворительно

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
Демонстрирует практический опыт решения прикладных задач с использованием систем программирования и специализированного программного обеспечения	некоторых систем программирования и специализированного программного обеспечения для решения прикладных задач.	<p>Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно".</p> <p>Удовлетворительно Знает и умеет с помощью преподавателя, возможно с ошибками, применять некоторые системы программирования и специализированное программное обеспечение для решения прикладных задач.</p> <p>Хорошо Знает и умеет с помощью преподавателя без ошибок применять некоторые системы программирования и специализированное программное обеспечение для решения прикладных задач.</p> <p>Отлично Знает и умеет самостоятельно применять некоторые системы программирования и специализированное программное обеспечение для решения прикладных задач.</p>

ОПК.4

Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.4.1 Применяет навыки использования и модификации математических моделей и моделей данных для решения задач в области профессиональной деятельности	Навык построения математических моделей для решения задач в области профессиональной деятельности.	<p>Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно".</p> <p>Удовлетворительно Предлагает и исследует с помощью преподавателя, возможно с ошибками, математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.</p> <p>Хорошо Предлагает и исследует с помощью преподавателя без ошибок математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.</p> <p>Отлично Предлагает и исследует самостоятельно математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.</p>
ОПК.4.2 Выбирает или модифицирует готовую модель для решения	Навык исследовать модель для решения задач в области профессиональной деятельности.	<p>Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно".</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
задач в области профессиональной деятельности		<p>Удовлетворительно Исследует с помощью преподавателя, возможно с ошибками, модель для решения задач в области профессиональной деятельности.</p> <p>Хорошо Исследует с помощью преподавателя без ошибок модель для решения задач в области профессиональной деятельности.</p> <p>Отлично Исследует самостоятельно модель для решения задач в области профессиональной деятельности.</p>
ОПК.4.3 Демонстрирует практический опыт по использованию или модификации готовых математических моделей и моделей данных для решения задач в области профессиональной деятельности	Навык использования или модификации готовых математических моделей и моделей данных для решения задач в области профессиональной деятельности.	<p>Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно".</p> <p>Удовлетворительно Использует или модифицирует с помощью преподавателя, возможно с ошибками, готовые математические модели и модели данных для решения задач в области профессиональной деятельности.</p> <p>Хорошо Использует или модифицирует с помощью преподавателя без ошибок готовые математические модели и модели данных для решения задач в области профессиональной деятельности.</p> <p>Отлично Использует или модифицирует самостоятельно готовые математические модели и модели данных для решения задач в области профессиональной деятельности.</p>

ПК.1

Способен проводить работы по сбору, обработке и анализу информации и результатов исследований в предметной области

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.1.1 Применяет актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний (обладает базовыми знаниями, полученными в области	Навык применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.	<p>Неудовлетворительно Не выполняются критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно".</p> <p>Удовлетворительно Применяет с помощью преподавателя, возможно с ошибками, фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук,</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
математических и (или) естественных наук)		<p>Удовлетворительно и использовать их в профессиональной деятельности.</p> <p>Хорошо Применяет с помощью преподавателя без ошибок фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.</p> <p>Отлично Применяет самостоятельно фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.</p>
ПК.1.2 Применяет методы анализа научных данных, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, в том числе с использованием пакетов прикладных программ	Знание методов анализа научных данных.	<p>Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно".</p> <p>Удовлетворительно Знает с большими пробелами методы анализа научных данных.</p> <p>Хорошо Знает с небольшими пробелами методы анализа научных данных.</p> <p>Отлично Знает методы анализа научных данных.</p>
ПК.1.3 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Умение анализировать результаты экспериментов и наблюдений.	<p>Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно".</p> <p>Удовлетворительно Умеет с помощью преподавателя, возможно с ошибками, анализировать результаты экспериментов и наблюдений.</p> <p>Хорошо Умеет с помощью преподавателя без ошибок анализировать результаты экспериментов и наблюдений.</p> <p>Отлично Умеет самостоятельно анализировать результаты экспериментов и наблюдений.</p>

ПК.2

Способен выполнять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.2.1 Анализирует проблемную ситуацию: выявляет существенные явления, устанавливает причинно-следственную связь между ними и создает или модифицирует известную математическую модель, используя принципы системного анализа	Умение определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать способы их решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений	<p>Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Удовлетворительно", "Хорошо", "Отлично".</p> <p>Удовлетворительно Определяет с помощью преподавателя, возможно с ошибками, круг задач в рамках поставленной цели и выбирать способы их решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.</p> <p>Хорошо Определяет с помощью преподавателя без ошибок круг задач в рамках поставленной цели и выбирать способы их решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.</p> <p>Отлично Определяет самостоятельно круг задач в рамках поставленной цели и выбирать способы их решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.</p>
ПК.2.2 Разрабатывает концепцию и архитектуру программной системы, ее функциональные возможности и логику работы, делает выбор средств проектирования и реализации	Умение проектирования программной системы для решения поставленной задачи.	<p>Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно".</p> <p>Удовлетворительно Умеет с помощью преподавателя, возможно с ошибками, проектировать программную систему для решения поставленной задачи.</p> <p>Хорошо Умеет с помощью преподавателя без ошибок проектировать программную систему для решения поставленной задачи.</p> <p>Отлично Умеет самостоятельно проектировать программную систему для решения поставленной задачи.</p>

ПК.3

Способность осуществлять теоретическое обобщение исходных данных, использовать современные математические модели и методы при решении задач моделирования в предметной области

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.3.1 Осуществляет	Умение обобщать информацию с целью использования	Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области	существующих математических моделей.	<p>Неудовлетворительно "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно".</p> <p>Удовлетворительно Умеет с помощью преподавателя, возможно с ошибками, обобщать информацию с целью использования существующих математических моделей.</p> <p>Хорошо Умеет с помощью преподавателя без ошибок обобщать информацию с целью использования существующих математических моделей.</p> <p>Отлично Умеет самостоятельно обобщать информацию с целью использования существующих математических моделей.</p>
ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области	Умение разрабатывать новые методы и алгоритмы.	<p>Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно".</p> <p>Удовлетворительно Умеет с помощью преподавателя, возможно с ошибками, разрабатывать новые методы и алгоритмы.</p> <p>Хорошо Умеет с помощью преподавателя без ошибок разрабатывать новые методы и алгоритмы.</p> <p>Отлично Умеет самостоятельно разрабатывать новые методы и алгоритмы.</p>
ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает эффективность их использования	Умение построить математическую модель и программно ее реализовать.	<p>Неудовлетворительно Не выполнены критерии оценивания "Отлично", "Хорошо", "Удовлетворительно".</p> <p>Удовлетворительно Умеет с помощью преподавателя, возможно с ошибками, построить математическую модель и программно ее реализовать.</p> <p>Хорошо Умеет с помощью преподавателя без ошибок построить математическую модель и программно ее реализовать.</p> <p>Отлично Умеет самостоятельно построить математическую модель и программно ее реализовать.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>УК.1.1 Осуществляет поиск информации, производит критическую оценку надежности ее источников</p> <p>УК.2.1 Формулирует задачи, исходя из поставленной цели</p> <p>ПК.2.1 Анализирует проблемную ситуацию: выявляет существенные явления, устанавливает причинно-следственную связь между ними и создает или модифицирует известную математическую модель, используя принципы системного анализа</p>	<p>Иерархии моделей, универсальности математических моделей. Исследование математических моделей. Методы анализа и синтеза моделей.</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Знание методов формулировки математической постановки задачи.</p> <p>Знание основных понятий и подходов научно-исследовательской работы.</p> <p>Умение определять круг задач в рамках поставленной цели.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>УК.2.2 Оценивает имеющиеся ресурсы (временные, материальные и пр.) для решения сформулированных задач</p> <p>УК.2.3 Обосновывает способ решения задачи с учетом имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p>ОПК.3.1 Применяет знания основных математических методов и владеет навыками их адаптации для решения конкретной прикладной задачи</p> <p>ОПК.4.2 Выбирает или модифицирует готовую модель для решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК.1.1 Применяет актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний (обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук)</p>	<p>Оптимизация и математическое программирование.</p> <p>Динамическое программирование.</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Навык применять инструментальные средства разработки и работать с программными средствами прикладного, системного и специализированного назначения.</p> <p>Знание основных математических методов для решения разных прикладных задач. Знание способов объективной оценки временных и прочих ресурсов для решения задач.</p> <p>Навык исследовать модель для решения задач. Навык применять в исследовательской деятельности современный математический аппарат.</p> <p>Навык применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук.</p> <p>Умение найти и обосновать способ решения задачи. Умение разработать компьютерные модели.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>УК.1.2 Работает с противоречивой информацией из разных источников, находит пробелы в необходимой для разрешения проблемы информации, определяет варианты устранения пробелов</p> <p>ОПК.1.1 Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук</p> <p>ОПК.3.2 Разрабатывает и реализует алгоритм решения прикладной задачи</p> <p>ОПК.4.1 Применяет навыки использования и модификации математических моделей и моделей данных для решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК.1.2 Применяет методы анализа научных данных, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p>	<p>Понятие и задачи теории игр.</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Навык применять в исследовательской деятельности современный математический аппарат. Знание методов анализа данных. Умение искать и анализировать информацию из разных источников. Умение применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук. Навык разработки программ для проведения компьютерного моделирования. Навык построения математических моделей для решения задач.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>УК.4.3 Представляет результаты деятельности на публичных мероприятиях в устной и письменной формах</p> <p>ОПК.3.3 Демонстрирует практический опыт решения прикладных задач с использованием систем программирования и специализированного программного обеспечения</p> <p>ОПК.4.3 Демонстрирует практический опыт по использованию или модификации готовых математических моделей и моделей данных для решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК.1.3 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений</p> <p>ПК.2.2 Разрабатывает концепцию и архитектуру программной системы, ее функциональные возможности и логику работы, делает выбор средств проектирования и реализации</p> <p>ПК.3.1 Осуществляет теоретическое обобщение информации, использует и модифицирует существующие математические модели в предметной области</p> <p>ПК.3.2 Разрабатывает и внедряет новые методы и алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи в предметной области</p> <p>ПК.3.3 Исследует построенную математическую модель на соответствие проблемной ситуации, разрабатывает алгоритмы и оценивает</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Навык использования или модификации готовых математических моделей для решения задач. Умение анализировать результаты экспериментов и наблюдений. Умение обобщать информацию с целью использования существующих математических моделей. Умение разрабатывать новые методы и алгоритмы. Знание и умение применять некоторых систем программирования и специализированного программного обеспечения для решения задач.</p> <p>Умение работы с программными средствами прикладного, системного и специализированного назначения.</p> <p>Умение осуществлять деловую коммуникацию на русском и иностранном языках в устной и письменной формах. Умение построить математическую модель и программно ее реализовать. Умение проектировать программную систему для решения поставленной задачи.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
эффективность их использования		

Спецификация мероприятий текущего контроля

Иерархии моделей, универсальности математических моделей. Исследование математических моделей. Методы анализа и синтеза моделей.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Практическое задание "Этапы построения математической модели"	10
Практическое задание "Моделирование движения математического маятника"	10

Оптимизация и математическое программирование. Динамическое программирование.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Практическое задание "Модель спроса и предложения"	10
Практическое задание "Моделирование динамики численности популяции"	10

Понятие и задачи теории игр.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Практическое задание "Системы массового обслуживания"	10
Практическое задание "Принятие решений в условиях неопределенности и риска"	10

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Итоговая проектная работа	20
Практические задания на лекциях в течение семестра (аудиторная работа)	10
Практические задания на практиках в течение семестра (аудиторная работа)	10