МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра фундаментальной математики

Авторы-составители: **Аптуков Валерий Нагимович**
Скачкова Елена Александровна

Рабочая программа дисциплины

ПРАКТИКУМ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ

Код УМК 95679

Утверждено
Протокол №2
от «21» октября 2022 г.

Пермь, 2022

1. Наименование дисциплины

Практикум по математическому моделированию

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление подготовки: **02.04.01** Математика и компьютерные науки
направленность Математическое моделирование

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Практикум по математическому моделированию** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

02.04.01 Математика и компьютерные науки (направленность : Математическое моделирование)

ОПК.2 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, совершенствовать и разрабатывать концепции, теории и методы

Индикаторы

ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы

ОПК.2.2 Создает новые математические модели

ОПК.2.3 Анализирует полученные модели с помощью компьютерных технологий, оценивает пригодность той или иной модели, ее соответствие практике

ПК.2 Способен проводить самостоятельные научные исследования

Индикаторы

ПК.2.1 Осуществляет обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования

ПК.2.2 Обосновывает актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, разрабатывает план и программу проведения научного исследования

ПК.2.3 Осуществляет выбор методов и средств решения задач исследования

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	02.04.01 Математика и компьютерные науки (направленность: Математическое моделирование)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	1,2,3
Объем дисциплины (з.е.)	9
Объем дисциплины (ак.час.)	324
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	108
Проведение практических занятий, семинаров	108
Самостоятельная работа (ак.час.)	216
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (6) Итоговое контрольное мероприятие (3)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (1 триместр) Экзамен (2 триместр) Экзамен (3 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Входной контроль

Проверяются знания и умения в области математического моделирования

Тема 1

Студент получает от руководителя задания, указания, рекомендации и разъяснения по всем вопросам, связанным с математическим моделированием, отчитывается о выполняемой работе в соответствии с индивидуальным (групповым) заданием и графиком проведения.

Студент обязан:

- полностью выполнять задания, предусмотренные программой;
- максимально эффективно использовать отведенное время;
- обеспечить качественное выполнение всех заданий, предусмотренных программой;
- соблюдать правила охраны труда и техники безопасности;
- осуществлять сбор и анализ фактических (текстовых, цифровых, табличных, графических и др.) материалов, необходимых для подготовки отчета;
- научиться применять на практике полученные знания по дисциплинам;
- представить руководителю письменные отчеты о выполнении всех заданий и защитить их (в форме дифференцированного зачета).

Контрольная точка №1

1. Математическая постановка задачи.
2. Выбор методов исследования (с обоснованием).

Контрольная точка №2

1. Исследование математической постановки задачи
2. Подготовка аналитического обзора литературы по тематике исследования

Итоговое контрольное мероприятие

Заключительный этап триместра - систематизация и анализ выполненных заданий.

Студент формирует промежуточный отчет по выполненным заданиям триместра.

Тема 2

Определение и назначение моделирования. Классификация моделей. Классификация математических моделей.

Этапы построения математической модели. Структурные модели. Моделирование в условиях неопределённости: неопределённости и их виды. Моделирование в условиях стохастической неопределённости.

Моделирование в условиях неопределённости, описываемой с помощью теории нечётких множеств.

Контрольная точка №3

Проверяются знания и умения, полученные при изучении темы 2

Контрольная точка №4

1. Исследование математической новой постановки задачи
2. Подготовка аналитического обзора литературы по тематике исследования
3. Систематизация и анализ выполненных заданий

Итоговое контрольное мероприятие

Проверяются умений решать прикладные задачи. Заданием данной контрольной точки является подготовка доклада с презентацией об одной из математических моделей. Доклад должен включать

следующие элементы:
- описание проблемы, для решения которой используется данная модель;
- концептуальная постановка;
- математическая постановка;
- решение;
- визуализация результатов моделирования;
- анализ результатов.

Тема 3

Моделирование с использованием имитационного подхода. Особенности моделей, использующих имитационный подход. Знакомство с моделями межотраслевого баланса В.В. Леонтьева, линейной моделью торговли и решение типовых задач по данным темам. Рассмотрение практического применения данных моделей в практике управления регионом.
Знакомство с моделью спроса и предложения, функциями Торнквиста, решение типовых задач по данной теме. Рассмотрение практического применения данных моделей в управлении регионом.
Рассмотрение модели построения тренда, корреляционно-регрессионной модели, решение типовых задач по данной теме. Рассмотрение практического применения данных моделей в управлении регионом.
Студен получает знание об основных моделях, в базирующихся на интегральном исчислении (Модель Лоренца), решает типовые задачи и знакомится с практикой применения данных моделей в регионе.
Знакомство с моделями, основывающихся на дифференциальном исчислении

Контрольная точка №5

Проверяются знания и умения, полученные при изучении темы "Моделирование с использованием имитационного подхода"

Контрольная точка №6

Проверяются знания и умения, полученные при изучении различных моделей

Итоговое контрольное мероприятие

Проверяются умений решать прикладные задачи. Заданием данной контрольной точки является подготовка доклада с презентацией об одной из
математических моделей. Доклад должен включать следующие элементы:
- описание проблемы, для решения которой используется данная модель;
- концептуальная постановка;
- математическая постановка;
- решение;
- визуализация результатов моделирования;
- анализ результатов.

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. Афанасьев, В. В. Методология и методы научного исследования : учебное пособие для вузов / В. В. Афанасьев, О. В. Грибкова, Л. И. Уколова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 154 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02890-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. https://urait.ru/bcode/453479

2. Басов, К. А. ANSYS : справочник пользователя / К. А. Басов. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 640 с. — ISBN 978-5-4488-0064-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. http://www.iprbookshop.ru/63588.html

3. Горелов, Н. А. Методология научных исследований : учебник и практикум для вузов / Н. А. Горелов, Д. В. Круглов, О. Н. Кораблева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 365 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03635-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. https://urait.ru/bcode/450489

Дополнительная:

1. Королев, А. В. Экономико-математические методы и моделирование : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. В. Королев. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 280 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00883-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. https://www.urait.ru/bcode/433918

2. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 181 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. https://www.urait.ru/bcode/420698

3. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. https://www.urait.ru/bcode/447100

4. Бордовский, Г. А. Физические основы математического моделирования : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 319 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05365-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. https://www.urait.ru/bcode/437069

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu Электронные ресурсы для ПГНИУ
http://www.mathnet.ru/ Общероссийский математический портал
http://window.edu.ru/ Единое окно доступа к образовательным ресурсам

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

Образовательный процесс по дисциплине **Практикум по математическому моделированию** 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»;
- Ansys.

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 видеоконтент, а так же 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 проведения практических 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. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 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
Практикум по математическому моделированию

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

ОПК.2

Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, совершенствовать и разрабатывать концепции, теории и методы

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы	Знает постановки математических задач. Умеет применить методы математического моделирования при решении практической задачи	**Неудовлетворител** Не знает постановки математических задач. Не умеет применить методы математического моделирования при решении практической задачи **Удовлетворительн** Демонстрирует частично сформированные знания постановок математических задач. Демонстрирует частично сформированные умения применить методы математического моделирования при решении практической задачи **Хорошо** Демонстрирует в целом успешные, но содержащие отдельные пробелы знания постановок математических задач. Демонстрирует в целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в умениях применить методы математического моделирования при решении практической задачи **Отлично** Демонстрирует сформированное знание постановок математических задач. Демонстрирует сформированное применить методы математического моделирования при решении практической задачи
ОПК.2.2 Создает новые математические модели	Владеет приемами математического моделирования	**Неудовлетворител** Не владеет приемами математического моделирования **Удовлетворительн** Демонстрирует частично сформированные навыки математического моделирования **Хорошо** Демонстрирует сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Хорошо математического моделирования **Отлично** Демонстрирует сформированные навыки математического моделирования
ОПК.2.3 Анализирует полученные модели с помощью компьютерных технологий, оценивает пригодность той или иной модели, ее соответствие практике	Знает способы анализа моделей с помощью компьютерных технологий. Умеет оценить пригодность той или иной модели, ее соответствие практике	**Неудовлетворител** Не знает способы анализа моделей с помощью компьютерных технологий. Не умеет оценить пригодность той или иной модели, ее соответствие практике **Удовлетворительн** Демонстрирует частично сформированные знания способов анализа моделей с помощью компьютерных технологий. Демонстрирует частично сформированные умения оценить пригодность той или иной модели, ее соответствие практике **Хорошо** Демонстрирует в целом успешные, но содержащие отдельные пробелы знания способов анализа моделей с помощью компьютерных технологий. В целом успешно может оценить пригодность той или иной модели, ее соответствие практике **Отлично** Демонстрирует сформированное знание способов анализа моделей с помощью компьютерных технологий. Демонстрирует сформированное умение оценить пригодность той или иной модели, ее соответствие практике

ПК.2

Способен проводить самостоятельные научные исследования

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.2.1 Осуществляет обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования	Обобщает научные данные, а также результаты экспериментов и наблюдений по тематике исследования	**Неудовлетворител** Не умеет обобщить научные данные, результаты экспериментов и наблюдений по тематике исследования **Удовлетворительн** Демонстрирует частично сформированную способность обобщить научные данные, результаты экспериментов и наблюдений по тематике исследования **Хорошо**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Хорошо Демонстрирует сформированную, но содержащую пробелы способность обобщить научные данные, результаты экспериментов и наблюдений по тематике исследования **Отлично** Демонстрирует сформированную способность обобщить научные данные, результаты экспериментов и наблюдений по тематике исследования
ПК.2.2 Обосновывает актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, разрабатывает план и программу проведения научного исследования	Умеет обосновать актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, умеет разработать план и программу проведения научного исследования	**Неудовлетворител** Не умеет обосновать актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, не умеет разрабатывать план и программу проведения научного исследования **Удовлетворительн** Демонстрирует частично сформированную способность обосновать актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, частично сформированное умение разрабатывать план и программу проведения научного исследования **Хорошо** Демонстрирует сформированную, но содержащую пробелы способность обосновать актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, сформированное умение, но содержащее пробелы разрабатывать план и программу проведения научного исследования **Отлично** Демонстрирует сформированную способность обосновать актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, сформированное умение разрабатывать план и программу проведения научного исследования
ПК.2.3 Осуществляет выбор методов и средств решения задач	Умеет осуществить выбор методов и средств решения задач исследования	**Неудовлетворител** Не умеет осуществить выбор методов и средств решения задач исследования **Удовлетворительн**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
исследования		**Удовлетворительн** Демонстрирует частично сформированное умение осуществить выбор методов и средств решения задач исследования **Хорошо** Демонстрирует сформированное, но содержащее пробелы умение осуществить выбор методов и средств решения задач исследования **Отлично** Демонстрирует сформированное умение осуществить выбор методов и средств решения задач исследования

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 43 до 60
«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Входной контроль **Входное тестирование**	Проверяются знания и умения в области математического анализа и дифференциальных уравнений

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы **ОПК.2.2** Создает новые математические модели **ПК.2.3** Осуществляет выбор методов и средств решения задач исследования **ПК.2.1** Осуществляет обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования **ПК.2.2** Обосновывает актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, разрабатывает план и программу проведения научного исследования **ОПК.2.3** Анализирует полученные модели с помощью компьютерных технологий, оценивает пригодность той или иной модели, ее соответствие практике	Контрольная точка №1 **Защищаемое контрольное мероприятие**	1. Математическая постановка задачи.2. Выбор методов исследования (с обоснованием).

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы **ОПК.2.2** Создает новые математические модели **ПК.2.3** Осуществляет выбор методов и средств решения задач исследования **ПК.2.1** Осуществляет обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования **ПК.2.2** Обосновывает актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, разрабатывает план и программу проведения научного исследования **ОПК.2.3** Анализирует полученные модели с помощью компьютерных технологий, оценивает пригодность той или иной модели, ее соответствие практике	Контрольная точка №2 **Защищаемое контрольное мероприятие**	1. Исследование математической постановки задачи2. Подготовка аналитического обзора литературы по тематике исследования

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы **ОПК.2.2** Создает новые математические модели **ПК.2.3** Осуществляет выбор методов и средств решения задач исследования **ПК.2.1** Осуществляет обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования **ПК.2.2** Обосновывает актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, разрабатывает план и программу проведения научного исследования **ОПК.2.3** Анализирует полученные модели с помощью компьютерных технологий, оценивает пригодность той или иной модели, ее соответствие практике	Итоговое контрольное мероприятие **Итоговое контрольное мероприятие**	1. Математическая постановка задачи.2. Выбор методов исследования (с обоснованием).3. Исследование математической постановки задачи4. Подготовка аналитического обзора литературы по тематике исследования

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входной контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**
Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Корректно получено решение математической модели	40
Проведен анализ построенного решения	30
Корректно выполнено задание на построение математической модели процесса	30

Контрольная точка №1

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

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**
Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Математическая постановка задачи.	15
Выбор методов исследования (с обоснованием).	15

Контрольная точка №2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**
Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Подготовка аналитического обзора литературы по тематике исследования	15
Исследование математической постановки задачи	15

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**
Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Выбор методов исследования (с обоснованием).	10
Подготовка аналитического обзора литературы по тематике исследования	10
Математическая постановка задачи.	10
Исследование математической постановки задачи	10

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 43 до 60
«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы **ОПК.2.2** Создает новые математические модели **ПК.2.3** Осуществляет выбор методов и средств решения задач исследования **ПК.2.1** Осуществляет обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования **ПК.2.2** Обосновывает актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, разрабатывает план и программу проведения научного исследования **ОПК.2.3** Анализирует полученные модели с помощью компьютерных технологий, оценивает пригодность той или иной модели, ее соответствие практике	Контрольная точка №3 **Защищаемое контрольное мероприятие**	Знать: классификацию моделей по разным основаниям.Уметь: по содержательной постановке построить или подобрать адекватную математическую модель, определять параметры модели, проводить расчеты по выбранной модели, анализировать полученные результаты.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы **ОПК.2.2** Создает новые математические модели **ПК.2.3** Осуществляет выбор методов и средств решения задач исследования **ПК.2.1** Осуществляет обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования **ПК.2.2** Обосновывает актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, разрабатывает план и программу проведения научного исследования **ОПК.2.3** Анализирует полученные модели с помощью компьютерных технологий, оценивает пригодность той или иной модели, ее соответствие практике	Контрольная точка №4 **Защищаемое контрольное мероприятие**	1. Исследование математической постановки задачи2. Подготовка аналитического обзора литературы по тематике исследования3. Систематизация и анализ выполненных заданий

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы **ОПК.2.2** Создает новые математические модели **ПК.2.3** Осуществляет выбор методов и средств решения задач исследования **ПК.2.1** Осуществляет обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования **ПК.2.2** Обосновывает актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, разрабатывает план и программу проведения научного исследования **ОПК.2.3** Анализирует полученные модели с помощью компьютерных технологий, оценивает пригодность той или иной модели, ее соответствие практике	Итоговое контрольное мероприятие **Итоговое контрольное мероприятие**	Заданием данной контрольной точки является подготовка доклада с презентацией об одной из математических моделей. Доклад должен включать следующие элементы: описание проблемы, для решения которой используется данная модель; концептуальная постановка; математическая постановка;решение; визуализация результатов моделирования; анализ результатов.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Контрольная точка №3

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**
Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет решать "задачу о рюкзаке"	10
Умеет решать "Задачу о максимальном потоке через сеть"	10
Умеет решать задачу "Замена оборудования, подверженного износу или поломке"	10

Контрольная точка №4

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

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**
Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Исследование математической постановки задачи	10
Выбор методов исследования (с обоснованием).	10
Подготовка аналитического обзора литературы по тематике исследования	10

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**
Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решение	10
Проведен корректный анализ результатов.	10
Выполнено описание проблемы, для решения которой используется данная модель, сделаны концептуальная и математическая постановки	10
Выполнена визуализация результатов моделирования	10

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 43 до 60
«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы **ОПК.2.2** Создает новые математические модели **ПК.2.3** Осуществляет выбор методов и средств решения задач исследования **ПК.2.1** Осуществляет обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования **ПК.2.2** Обосновывает актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, разрабатывает план и программу проведения научного исследования **ОПК.2.3** Анализирует полученные модели с помощью компьютерных технологий, оценивает пригодность той или иной модели, ее соответствие практике	Контрольная точка №5 **Защищаемое контрольное мероприятие**	Умение строить и реализовывать имитационные модели.Умение анализировать результаты моделирования

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы **ОПК.2.2** Создает новые математические модели **ПК.2.3** Осуществляет выбор методов и средств решения задач исследования **ПК.2.1** Осуществляет обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования **ПК.2.2** Обосновывает актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, разрабатывает план и программу проведения научного исследования **ОПК.2.3** Анализирует полученные модели с помощью компьютерных технологий, оценивает пригодность той или иной модели, ее соответствие практике	Контрольная точка №6 **Защищаемое контрольное мероприятие**	Умение решать задачи:- задачи "затраты-выпуск" с двумя переменными (отраслями).- задачи по нахождению бюджетов стран с тремя переменными (бюджетами стран).- задачи на нахождение равновесной цены на рынке. - задачи на нахождения числа лиц, чей доход не менее а, и наименьший доход, который имеют 100 богатейших людей страны.- нахождение производительности труда по предложенной функции производства продукции.- нахождение объемов произведенной продукции по предложенной функции производительности труда.- нахождение коэффициента Джинни.- построение уравнение регрессии и расчет коэффициента корреляции по заданным параметрам.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2.1 Составляет математическое описание решаемой проблемы **ОПК.2.2** Создает новые математические модели **ПК.2.3** Осуществляет выбор методов и средств решения задач исследования **ПК.2.1** Осуществляет обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования **ПК.2.2** Обосновывает актуальность, теоретическую и практическую значимость темы научного исследования, разрабатывает план и программу проведения научного исследования **ОПК.2.3** Анализирует полученные модели с помощью компьютерных технологий, оценивает пригодность той или иной модели, ее соответствие практике	Итоговое контрольное мероприятие **Итоговое контрольное мероприятие**	Заданием данной контрольной точки является подготовка доклада с презентацией об одной из математических моделей. Доклад должен включать следующие элементы: описание проблемы, для решения которой используется данная модель; концептуальная постановка; математическая постановка;решение; визуализация результатов моделирования; анализ результатов.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Контрольная точка №5

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**
Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умение строить и реализовывать имитационные модели.	15
Умение анализировать результаты моделирования	15

Контрольная точка №6

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**
Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Верно решена задача 1 из темы 4	10
Верно решена задача 3 из темы 4	10
Верно решена задача 2 из темы 4	10

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**
Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**
Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**
Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решение	10
Проведен корректный анализ результатов.	10
Выполнено описание проблемы, для решения которой используется данная модель, сделаны концептуальная и математическая постановки	10
Выполнена визуализация результатов моделирования	10