

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное 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 96449

Утверждено
Протокол №9
от «22» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Практикум по математическому моделированию

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Специальность: **01.05.01** Фундаментальные математика и механика
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

01.05.01 Фундаментальные математика и механика (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.4 Способен разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели в современных естествознании, технике, экономике и управлении

Индикаторы

ОПК.4.1 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук

ОПК.4.2 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели в сфере экономики и управления

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.05.01 Фундаментальные математика и механика (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	9,10
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	56
Проведение практических занятий, семинаров	56
Самостоятельная работа (ак.час.)	88
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (4) Итоговое контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (9 триместр) Экзамен (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Тема 1

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.

КТ №1

Проверяются знания и умения, полученные при изучении темы 1

Тема 2

Линейные и нелинейные модели. Примеры построения и исследования моделей. Качественный анализ моделей. Устойчивость стационарных состояний.

Математические модели, описывающие процессы в естественных науках

КТ №2

Проверяются знания и умения, полученные при изучении темы 2

ИКМ

Проверяются умения 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.

КТ №1

Проверяются знания и умения, полученные при изучении темы 3

Тема 4

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

КТ №2

Проверяются знания и умения, полученные при изучении темы 4

ИКМ

Проверяются умения 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 аудиторские 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. Эконометрика : практикум / составители В. А. Молодых, А. А. Рубежной, А. И. Сосин. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 157 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66130.html>
2. 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>
3. 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>

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. Яроцкая, Е. В. Экономико-математические методы и моделирование : учебное пособие / Е. В. Яроцкая. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 196 с. — ISBN 978-5-4497-0270-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт] <http://www.iprbookshop.ru/90006.html>
3. 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>

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-образовательную 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».

Специализированное программное обеспечение не требуется.

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 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 групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная 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.4

Способен разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели в современных естествознании, технике, экономике и управлении

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.4.1 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p>	<p>Умеет разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p>	<p align="center">Неудовлетворител не умеет разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p> <p align="center">Удовлетворительн Демонстрирует частично сформированные умения разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p> <p align="center">Хорошо Демонстрирует сформированные, но содержащие пробелы умения разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p> <p align="center">Отлично Демонстрирует сформированные умения разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p>
<p>ОПК.4.2 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели в сфере экономики и управления</p>	<p>Умеет разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели при решении задач в сфере экономики и управления</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не умеет разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели при решении задач в сфере экономики и управления</p> <p align="center">Удовлетворительн Демонстрирует частично сформированное умение разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели при решении задач в сфере экономики и</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>управления</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Демонстрирует сформированное, но содержащее пробелы умение разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели при решении задач в сфере экономики и управления</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Демонстрирует сформированное умение разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели при решении задач в сфере экономики и управления</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

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
ОПК.4.2 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели в сфере экономики и управления ОПК.4.1 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук	КТ №1 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.
ОПК.4.2 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели в сфере экономики и управления ОПК.4.1 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук	КТ №2 Защищаемое контрольное мероприятие	Умение проводить качественный анализ линейных и нелинейных моделей

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.4.2 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели в сфере экономики и управления ОПК.4.1 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук	ИКМ 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

КТ №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
Умеет решать задачу "Замена оборудования, подверженного износу или поломке"	10
Умеет решать "Задачу о максимальном потоке через сеть"	10
Умеет решать "задачу о рюкзаке"	10

КТ №2

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

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет проводить качественный анализ линейной модели	20
Умеет свести нелинейную модель к линейной	10

ИКМ

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
Выполнена визуализация результатов моделирования	10

Верное решение	10
Проведен корректный анализ результатов.	10
Выполнено описание проблемы, для решения которой используется данная модель, сделаны концептуальная и математическая постановки	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
<p>ОПК.4.2 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели в сфере экономики и управления</p> <p>ОПК.4.1 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p>	<p>КТ №1</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Умение строить и реализовывать имитационные модели. Умение анализировать результаты моделирования</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.4.2 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели в сфере экономики и управления</p> <p>ОПК.4.1 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p>	<p>КТ №2</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>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.</p> <p>- 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.</p>
<p>ОПК.4.2 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели в сфере экономики и управления</p> <p>ОПК.4.1 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p>	<p>ИКМ</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>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.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

КТ №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
-----------------------	-------

Умение анализировать результаты моделирования	15
Умение строить и реализовывать имитационные модели.	15

КТ №2

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

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной 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

ИКМ

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