

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра фундаментальной математики

Авторы-составители: **Митин Виктор Юрьевич
Аптуков Валерий Нагимович
Скачкова Елена Александровна**

Рабочая программа дисциплины

ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Код УМК 94499

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

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Основы математического моделирования

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 **Основы математического моделирования** 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

ПК.1 Способен решать профессиональные задачи, возникающие при проведении научных и прикладных исследований

Индикаторы

ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований

ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований

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	5
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (5 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Входной контроль

Входной контроль содержит задачи прикладного характера, при решении которых применяются знания, умения и навыки, приобретенные при изучении различных математических дисциплин: математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, обыкновенных дифференциальных уравнений. В некоторых задачах представлены математические постановки некоторых известных моделей, которые будут изучаться подробно в рамках курса.

Тема 1

Теоретические основы математического моделирования

Модели и их виды

Содержательная, концептуальная, математическая постановка задачи

Свойства математических моделей. Этапы математического моделирования

Классификация математических моделей

Тема 2

Примеры математических моделей в механике

Модель свободных колебаний без учета трения (Содержательная, концептуальная постановка.

Математическая постановка. Расчет основных характеристик гармонических колебаний)

Модель свободных колебаний с учетом вязкого трения

Модель гармонических колебаний при наличии вынуждающей силы

Задача о баскетболисте. Содержательная, концептуальная, математическая постановка

Задача о баскетболисте. Варианты модели. Анализ

Контрольная точка 1

Проверяются знания и умения, полученные при изучении темы "Модели колебательных процессов"

Тема 3

Различные математические модели

Доклады о математических моделях. Примеры математических моделей в биологии, экономике, медицине, других областях науки. Обсуждение докладов.

Контрольная точка 2

Проверяются знания и умения, полученные при изучении темы "Задача о баскетболисте"

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.

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. 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.ura.it.ru/bcode/447100>
2. 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.ura.it.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.ura.it.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.ura.it.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 **Основы математического моделирования** 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
Основы математического моделирования**

**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
ОПК.4.1 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук	Умеет разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>не умеет разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>Демонстрирует сформированные умения разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p>

ПК.1

Способен решать профессиональные задачи, возникающие при проведении научных и прикладных исследований

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований	Уметь математически корректно формулировать объект и предмет исследования	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не умеет математически корректно формулировать объект и предмет исследования</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Демонстрирует частичное умение математически корректно формулировать</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>объект и предмет исследования</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Демонстрирует сформированное, но содержащее пробелы умение математически корректно формулировать объект и предмет исследования</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Демонстрирует сформированное умение математически корректно формулировать объект и предмет исследования</p>
<p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p>	<p>Знает постановки классических математических задач, свойства математических моделей, этапы математического моделирования, классификацию математических моделей</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает постановки классических математических задач, свойства математических моделей, этапы математического моделирования, классификацию математических моделей</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Демонстрирует частично сформированные знания постановок классических математических задач, свойств математических моделей, этапов математического моделирования, классификации математических моделей</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Демонстрирует сформированные, но содержащие пробелы знания постановок классических математических задач, свойств математических моделей, этапов математического моделирования, классификации математических моделей</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Демонстрирует сформированные знания постановок классических математических задач, свойств математических моделей, этапов математического моделирования, классификации математических моделей</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
Входной контроль	Входной контроль Входное тестирование	Входной контроль содержит задачи прикладного характера, при решении которых применяются знания, умения и навыки, приобретенные при изучении различных математических дисциплин: математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, обыкновенных дифференциальных уравнений. В некоторых задачах представлены математические постановки некоторых известных моделей, которые будут изучаться подробно в рамках курса.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p> <p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p> <p>ОПК.4.1 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p>	<p>Контрольная точка 1</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Модели колебательных процессов (Содержательная, концептуальная постановка, математическая постановка)</p>
<p>ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p> <p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p> <p>ОПК.4.1 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p>	<p>Контрольная точка 2</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Задача о баскетболисте. Содержательная, концептуальная, математическая постановка Варианты модели. Анализ</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1.1 Математически корректно формулирует проблемы научных и прикладных исследований</p> <p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p> <p>ОПК.4.1 Разрабатывает, анализирует и внедряет новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</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

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
Верно записана математическая модель задачи	25
Верно построен график и сделаны выводы	25
Верно решена задача (начальная или краевая)	25
Верно решено дифференциальное уравнение	25

Контрольная точка 1

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
Исследовать зависимость колебательного процесса от одного из параметров	8
Найти амплитуду, период, частоту колебаний	8
Построить фазовый портрет	8
Построить графики изменения координаты, скорости, ускорения	8
Найти общее решение и частное решение при заданных начальных условиях	8

Контрольная точка 2

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

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

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

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет решать системы дифференциальных уравнений, связанные с математической моделью движения баскетбольного мяча, брошенного под углом к горизонту	8
Владеет навыком визуализации результатов моделирования движения баскетбольного мяча	6
Умеет определять характеристики движения: время, дальность, максимальную высоту полета	4
Владеет навыком подбора оптимальных параметров модели	2

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