

**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 « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.01** Математика

направленность Программа широкого профиля

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Основы математического моделирования** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.03.01** Математика (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

|   |  |
|---|--|
| <b>Направления подготовки</b>                                     | 01.03.01 Математика (направленность: Программа широкого профиля)   |
| <b>форма обучения</b>   | очная  |
| <b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>          | 5  |
| <b>Объем дисциплины (з.е.)</b>                                    | 3  |
| <b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>                                 | 108  |
| <b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b> | 42   |
| <b>Проведение лекционных занятий</b>                              | 14   |
| <b>Проведение практических занятий, семинаров</b>                 | 28   |
| <b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>                           | 66   |
| <b>Формы текущего контроля</b>                                    | Входное тестирование (1)<br>Итоговое контрольное мероприятие (1)<br>Письменное контрольное мероприятие (2) |
| <b>Формы промежуточной аттестации</b>                             | 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](http://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**

| <b>Компетенция<br/>(индикатор)</b>  | <b>Планируемые результаты<br/>обучения</b>  | <b>Критерии оценивания результатов<br/>обучения</b>   |
|---|---|---|
| <b>ОПК.4.1</b><br>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"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>не умеет разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели при решении задач в области естественных и технических наук</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></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"><b>Хорошо</b></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"><b>Отлично</b></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**

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

| Компетенция<br>(индикатор)  | Планируемые результаты<br>обучения  | Критерии оценивания результатов<br>обучения   |
|---|---|---|
|   |   | <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>объект и предмет исследования</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Демонстрирует сформированное, но содержащее пробелы умение математически корректно формулировать объект и предмет исследования</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Демонстрирует сформированное умение математически корректно формулировать объект и предмет исследования</p>   |
| <p><b>ПК.1.2</b><br/>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;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает постановки классических математических задач, свойства математических моделей, этапы математического моделирования, классификацию математических моделей</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></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;"><b>Хорошо</b></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;"><b>Отлично</b></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<br>(индикатор) | Мероприятие<br>текущего контроля                | Контролируемые элементы<br>результатов обучения   |
|----------------------------|---|---|
| <b>Входной контроль</b>    | Входной контроль<br><b>Входное тестирование</b> | Входной контроль содержит задачи прикладного характера, при решении которых применяются знания,<br>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. |

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

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