

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
01.03.02 Прикладная математика и информатика,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Математические модели в естествознании**

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Математическое моделирование и системный анализ

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 5665  
Подписал: заведующий кафедрой Нутович Вероника Евгеньевна  
Дата: 24.05.2022

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью преподавания дисциплины «Математические модели в естествознании» является ознакомление студентов с основными, наиболее типичными математическими моделями и идеями, встречающимися в современном естествознании. В курсе основное внимание сосредоточено на тех концепциях, которые встречаются достаточно часто. К таким концепциям можно отнести, идею инвариантности законов естествознания относительно выбора систем координат, а также, дискретные и непрерывные модели (поля и частицы).

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-4** - Уметь ставить цели создания системы, разрабатывать концепцию системы и требования к ней, выполнять декомпозицию требований к системе.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- анализировать и сравнивать имеющиеся методы и средства решения задач для математических моделей в естествознании.

### **Уметь:**

- использовать современный математический аппарат для анализа сложных структур, описываемых математическими моделями в естествознании.

### **Владеть:**

- современными методами исследования, как аналитическими, так и численными, для реализации алгоритмов анализа сложных структур, возникающих в математических моделях в естествознании.

## 3. Объем дисциплины (модуля).

### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

| Тип учебных занятий                                       | Количество часов |         |
|---|------------------|---------|
|   | Всего            | Сем. №7 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 68               | 68      |
| В том числе:  |                  |         |
| Занятия лекционного типа                                  | 34               | 34      |
| Занятия семинарского типа                                 | 34               | 34      |

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 76 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание   |
|-------|--|
| 1     | Основные законы механики системы материальных точек<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- составление уравнений в одномерном случае;<br>- составление уравнений в многомерном случае. |
| 2     | Одномерные системы - линейный случай<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- понятие фазовой плоскости;<br>- фазовая плоскость для одномерной системы.                                  |
| 3     | Одномерные системы с трением. Фазовые портреты   |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание   |
|----------|--|
|          | Рассматриваемые вопросы:<br>- вязкое трение;<br>- отрицательное трение.  |
| 4        | Принцип наименьшего действия в оптике. Принцип Ферма<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- закон отражения света;<br>- закон преломления света.                           |
| 5        | Принцип наименьшего действия в механике. Принцип Мопертюи<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- форма Мопертюи;<br>- связь с принципом Ферма.                             |
| 6        | Принцип наименьшего действия в механике. Форма Лагранжа<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- форма Лагранжа;<br>- связь с формой Мопертюи.                               |
| 7        | Принцип наименьшего действия в механике. Форма Гамильтона<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- форма Гамильтона;<br>- связь с формой Лагранжа.                           |
| 8        | Уравнение Эйлера. Теорема об инвариантности уравнения Эйлера<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- неинвариантность закона Ньютона;<br>- инвариантность уравнения Эйлера. |
| 9        | Преобразование Лежандра. Связь с гамильтонианом<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- преобразование Лежандра;<br>- гамильтониан.   |
| 10       | Гамильтонова механика<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- гамильтонова система уравнений;<br>- фазовое пространство.  |
| 11       | Физический смысл гамильтониана в механике. Интерпретация Якоби<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- конфигурационное пространство;<br>- интерпретация Якоби.             |
| 12       | Сплошные среды и их математические модели<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- модели сплошных сред в механике;<br>- модели сплошных сред в электродинамике.             |
| 13       | Распространение волн в сплошных средах.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- одномерные сплошные среды;<br>- двумерные сплошные среды;<br>- трехмерные сплошные среды.   |
| 14       | Одномерный вариант закона Ньютона. Уравнение состояния<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- закон Ньютона для одномерной сплошной среды;<br>- уравнение состояния.       |
| 15       | Гиперболические системы уравнений с частными производными и их свойствами  |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание   |
|----------|--|
|          | Рассматриваемые вопросы:<br>- определение гиперболичности;<br>- свойства гиперболических систем.   |
| 16       | Распространение возмущений в одномерных средах<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- линейные одномерные среды;<br>- нелинейные одномерные среды. |
| 17       | Ударные волны в одномерных средах<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- автомодельные решения;<br>- возникновение ударных волн.                   |

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание   |
|----------|--|
| 1        | Решение задач по уравнениям механики систем материальных точек<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по построению уравнений движения материальных точек.                            |
| 2        | Решений задач по одномерным консервативным системам<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по одномерным консервативным системам.   |
| 3        | Решение задач по одномерным системам с трением<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по одномерным системам с трением.   |
| 4        | Построение фазовых портретов для одномерных консервативных систем<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по построению фазовых портретов для одномерных систем.                       |
| 5        | Физическая интерпретация линейных систем уравнений на плоскости<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по построению физической интерпретации линейных систем уравнений на плоскости. |
| 6        | Решений уравнения Эйлера в различных случаях<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения уравнения Эйлера в различных случаях.   |
| 7        | Построение преобразования Лежандра для различных случаев<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по построению преобразования Лежандра.  |
| 8        | Свойства гамильтоновых систем<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения гамильтоновых систем.  |
| 9        | Задачи на физический смысл гамильтониана в механике<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по построению интерпретаций гамильтониана.   |
| 10       | Сплошные среды - основные законы<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по построению математических моделей сплошных сред.   |
| 11       | Одномерный вариант закона Ньютона. Уравнение состояния<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по построению   |

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание  |
|-------|---|
|       | математических моделей с различными уравнениями состояния.  |
| 12    | Гиперболические системы с двумя независимыми переменными<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по построению решений гиперболических систем с двумя независимыми переменными. |
| 13    | Постановка задач для гиперболических систем на плоскости<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки по постановке задач для гиперболических систем с двумя независимыми переменными.             |
| 14    | Распространение возмущений в линейных сплошных средах<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки по построению решений задач о распространении волн в линейных средах.                           |
| 15    | Распространение возмущений в одномерных нелинейных сплошных средах<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки по построению решений задач о распространении волн в нелинейных средах.            |
| 16    | Ударные волны в одномерных сплошных средах<br>В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по построению ударных волн.  |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы             |
|-------|--|
| 1     | Работа с лекционным материалом         |
| 2     | Работа с литературой                   |
| 3     | Текущая подготовка к занятиям          |
| 4     | Выполнение курсовой работы.            |
| 5     | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 6     | Подготовка к текущему контролю.        |

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Гиперболические системы — корректность постановок задач
2. Гиперболические системы — постановка краевых условий
3. Гиперболические системы — римановы инварианты
4. Автомодельные решения
5. Ударные волны в нелинейных средах
6. Волны разгрузки в нелинейных средах
7. Отражение ударных волн от границ

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

| № | Библиографическое описание | Место доступа |
|---|----------------------------|---------------|
|---|----------------------------|---------------|

| п/п |  |   |
|-----|--|---|
| 1   | Мышкис, А. Д. Прикладная математика для инженеров. Специальные курсы : учебное пособие / А. Д. Мышкис. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 688 с. — ISBN 978-5-9221-0747-1                           | <a href="https://e.lanbook.com/book/48184">https://e.lanbook.com/book/48184</a> (дата обращения: 15.01.2024). - текст: электронный.   |
| 2   | Зельдович, Я. Б. Элементы математической физики. Среда из невзаимодействующих частиц / Я. Б. Зельдович, А. Д. Мышкис. — 2-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 368 с. — ISBN 978-5-9221-0791-4 | <a href="https://e.lanbook.com/book/59463">https://e.lanbook.com/book/59463</a> (дата обращения: 15.01.2024). - текст: электронный  |
| 3   | Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. – М.: Едиториал УРСС, 2019. – 304 с.   | <a href="http://vgupetrova.ru/wp-content/uploads/2019/09/myshkis-ad-elementy-teorii-matematicheskikh-modeley_f6a19267253.pdf">http://vgupetrova.ru/wp-content/uploads/2019/09/myshkis-ad-elementy-teorii-matematicheskikh-modeley_f6a19267253.pdf</a> (дата обращения: 15.01.2024). - текст: электронный. |

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));

единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://window.edu.ru>);

научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miiit.ru/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

специализированная программа Mathcad.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 7 семестре.

Курсовая работа в 7 семестре.

## 10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).



Авторы:

профессор, профессор, д.н. кафедры  
«Цифровые технологии управления  
транспортными процессами»

А.М. Филимонов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЦТУТП

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А.Клычева