

**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: 29.08.2024

### 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).

Задачами дисциплины являются:

- формирование личности студента, развитие его интеллекта и умения логически и алгоритмически мыслить, формирование умений и навыков, необходимых при практическом применении теории математических моделей в естествознании;
- формирование навыков решения задач.

### 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 3 з.е. (108 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	Семестр №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 40 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 Рассматриваемые вопросы: - составление уравнений в одномерном случае; - составление уравнений в многомерном случае.
2	Одномерные системы - линейный случай Рассматриваемые вопросы: - понятие фазовой плоскости;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- фазовая плоскость для одномерной системы.
3	<p>Одномерные системы с трением. Фазовые портреты</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вязкое трение;</li> <li>- отрицательное трение.</li> </ul>
4	<p>Принцип наименьшего действия в оптике. Принцип Ферма</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- закон отражения света;</li> <li>- закон преломления света.</li> </ul>
5	<p>Принцип наименьшего действия в механике. Принцип Мопертюи</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- форма Мопертюи;</li> <li>- связь с принципом Ферма.</li> </ul>
6	<p>Принцип наименьшего действия в механике. Форма Лагранжа</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- форма Лагранжа;</li> <li>- связь с формой Мопертюи.</li> </ul>
7	<p>Принцип наименьшего действия в механике. Форма Гамильтона</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- форма Гамильтона;</li> <li>- связь с формой Лагранжа.</li> </ul>
8	<p>Уравнение Эйлера. Теорема об инвариантности уравнения Эйлера</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- неинвариантность закона Ньютона;</li> <li>- инвариантность уравнения Эйлера.</li> </ul>
9	<p>Преобразование Лежандра. Связь с гамильтонианом</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- преобразование Лежандра;</li> <li>- гамильтониан.</li> </ul>
10	<p>Гамильтонова механика</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- гамильтонова система уравнений;</li> <li>- фазовое пространство.</li> </ul>
11	<p>Физический смысл гамильтониана в механике. Интерпретация Якоби</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конфигурационное пространство;</li> <li>- интерпретация Якоби.</li> </ul>
12	<p>Сплошные среды и их математические модели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- модели сплошных сред в механике;</li> <li>- модели сплошных сред в электродинамике.</li> </ul>
13	<p>Распространение волн в сплошных средах.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- одномерные сплошные среды;</li> <li>- двумерные сплошные среды;</li> <li>- трехмерные сплошные среды.</li> </ul>
14	<p>Одномерный вариант закона Ньютона. Уравнение состояния</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- закон Ньютона для одномерной сплошной среды;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- уравнение состояния.
15	Гиперболические системы уравнений с частными производными и их свойствами Рассматриваемые вопросы: - определение гиперболичности; - свойства гиперболических систем.
16	Распространение возмущений в одномерных средах Рассматриваемые вопросы: - линейные одномерные среды; - нелинейные одномерные среды.
17	Ударные волны в одномерных средах Рассматриваемые вопросы: - автомодельные решения; - возникновение ударных волн.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

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

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	математических моделей сплошных сред.
11	Одномерный вариант закона Ньютона. Уравнение состояния В результате выполнения заданий студент приобретает навыки решения задач по построению математических моделей с различными уравнениями состояния.
12	Гиперболические системы с двумя независимыми переменными 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 В результате выполнения заданий студент приобретает навыки по постановке задач для гиперболических систем с двумя независимыми переменными.
14	Распространение возмущений в линейных сплошных средах 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 В результате выполнения заданий студент приобретает навыки по построению решений задач о распространении волн в нелинейных средах.
16	Ударные волны в одномерных сплошных средах 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).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
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 не взаимодействующих 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).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.com/>).

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

специализированная программа Mathcad.

Microsoft Internet Explorer (или аналог).

Операционная система Microsoft Windows (или аналог).

Microsoft Office (или аналог).

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. Андриянова