

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Умаров Марат Файзуллаевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 18.02.2026 10:57:33  
Уникальный программный ключ:  
48505f11ec15acaa386f5219d3113d727fefda78

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»  
Елабужский институт (филиал) КФУ



**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора по  
образовательной деятельности

С.Ю. Бахвалов

«19» *м.в.* 2025 г.

МП

**Программа дисциплины (модуля)**

*Математические основы робототехнических систем*

Направление подготовки/специальность: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) подготовки (специальности): Физические основы мехатроники и робототехники

Квалификация: бакалавр

Форма обучения: очно-заочная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: - 2025

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. Миронов А.Н. (Кафедра математики и прикладной информатики), [ANMironov@kpfu.ru](mailto:ANMironov@kpfu.ru)

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-5	Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил
ОПК-5.1	Знать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил
ОПК-5.2	Уметь работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил
ОПК-5.3	Владеть навыками работы с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные математические модели и возможные сферы их приложений в области мехатроники и робототехники

Должен уметь:

- создавать и решать задачи математического моделирования в области мехатроники и робототехники

Должен владеть:

- навыками исследования математических моделей при решении практических задач в области мехатроники и робототехники

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок 1 "Дисциплины (модули)" Б1.О.04 основной профессиональной образовательной программы 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (Физические основы мехатроники и робототехники)" и относится к обязательной части.

Осваивается в 7 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 60 часа(ов), в том числе лекции - 30 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 30 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 48 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Некоторые известные модели математической физики. Задачи химической кинетики.	7	6	0	6	12
2.	Тема 2. Модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями	7	6	0	6	12
3.	Тема 3. Линейные уравнения математической физики.	7	10	0	10	12
4.	Тема 4. Нелинейные модели естествознания.	7	8	0	8	12
	Итого: 144 часа (из них 36 часов контроль)		30	0	30	48

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### **Тема 1. Некоторые известные модели математической физики. Задачи химической кинетики.**

Математические модели колебательных процессов в механике и электродинамике. Свободные колебания. Колебания в среде с сопротивлением. Вынужденные колебания. Резонанс.

Продольные и поперечные колебания стержней.

Реакция Лотки-Вольтерры. Реакция Белоусова-Жаботинского. Существование предельного цикла. Брюсселятор. Орегонатор.

##### **Тема 2. Модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями**

Законы Кеплера. Второй закон Ньютона и движение планет солнечной системы. Физические задачи, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями. Задачи на истечение жидкости из сосуда. Математическая теория борьбы за существование. Два вида, борющиеся за общую пищу. Модель хищник-жертва. Другие типы взаимодействия.

##### **Тема 3. Линейные уравнения математической физики.**

Начально краевые задачи и задача Коши для уравнений гиперболического типа. Задачи о колебаниях бесконечных, ограниченных и полубесконечных струн. Задачи о колебаниях мембран и трехмерных континуумов. Начально- краевые задачи и задача Коши для параболических уравнений. Процессы диффузии и переноса. Краевые задачи для эллиптических уравнений. Стационарные явления.

##### **Тема 4. Нелинейные модели естествознания.**

Нелинейная теплопроводность. Задача Стефана (задача о фазовом переходе). Распространение тепла в нелинейных средах. Уравнение Колмогорова-Петровского-Пискунова. Уравнение переноса. Условия на фронте ударной волны. Уравнение Бюргерса. Подстановка Коула-Хопфа. Уравнение Кортевега - де Фриза. Солитоны. Метод Хироты.

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года № 245)

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке Елабужского института КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,25 экземпляра на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки Елабужского института КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Математический портал - <http://mathportal.net/>

Математическое бюро - [https://www.matburo.ru/ex\\_subject.php?p=vm](https://www.matburo.ru/ex_subject.php?p=vm)

Мир математических уравнений - <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

<b>Вид работ</b>	<b>Методические рекомендации</b>
лекции	Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий и предполагают активное участие студентов. Для подготовки к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов

	следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.
лабораторные работы	Выполнение лабораторных работ направлено на обобщение, систематизацию, углубление теоретических знаний; формирование умений применять полученные знания в практической деятельности; развитие аналитических, проектировочных, конструктивных умений; выработку самостоятельности, ответственности и творческой инициативы. В ходе выполнения лабораторной работы студент должен проявить умение самостоятельно работать с учебной и научной литературой, Интернет-ресурсами, продемонстрировать навыки владения компьютерной техникой и пакетами прикладных программ соответствующего назначения. Контрольной точкой лабораторной работы является ее защита. Защита проводится в устной форме: студент должен уметь объяснить и обосновать каждый выполненный этап работы.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.
экзамен	Экзамен по курсу проводится по билетам. В каждом билете один теоретический вопрос и одна задача. После ответа студенту могут быть заданы дополнительные вопросы, как по материалам билета, так и по основным определениям курса в целом. При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на конспекты лекций и рекомендованные источники информации, весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену и контролировать каждый день выполнения работы.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 88

Комплект мебели для преподавателя – 1 шт., посадочные места для обучающихся – 36 шт., интерактивная трибуна (с микрофоном на гусиной шее и монитором) – 1 шт., веб-камера – 1 шт., проектор – 1 шт., колонки – 6 шт., экран мультимедийный – 1 шт., меловая доска настенная – 2 шт., стенды настенные – 5 шт., стенд настенный с портретами – 1 шт., выход в интернет, внутривузовская компьютерная сеть, доступ в электронную информационно-образовательную среду.

##### **Помещение для самостоятельной работы № 10**

Посадочные места для пользователей – 28 шт., металлические двусторонние стеллажи для книг – 11 шт., книжный шкаф открытый – 5 шт., проектор – 1 шт., ноутбуки для пользователей – 11 шт., шкаф каталожный – 8 шт., шкаф для одежды – 1 шт., ксерокс – 1 шт., рабочий стол библиотекаря – 1 шт., компьютер библиотекаря – 1 шт., вешалка для одежды – 1 шт., жалюзи рулонные «Омега» с фотопечатью – 4 шт., стенд настенный (бронированное стекло) – 4 шт., шкаф-витрина встроенный в арку – 2 шт., шкаф-витрина стеклянный – 2 шт., стеллаж трубчатый с деревянными полками – 2 шт., рабочий стол для инвалидов и лиц с ОВЗ – 2 шт., стол СИ-1 рабочий для инвалидов-колясочников – 1 шт., компьютер – 2 шт., наушники – 2 шт., устройство «Говорящая книга» (тифлоплеер) – 2 шт., видеоувеличитель – 2 шт., радиокласс – 1 шт., портативный тактильный дисплей – 1 шт., сканирующая читающая машина – 1 шт., сканер – 1 шт., веб-камера – 1 шт., выход в интернет, внутривузовская компьютерная сеть, доступ в электронную информационно-образовательную среду.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» и профилю подготовки "Физические основы мехатроники и робототехники".

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Елабужский институт (филиал) КФУ

**Фонд оценочных средств по дисциплине**  
*Математические основы робототехнических систем*

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Физические основы мехатроники и робототехники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очно-заочная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)
2. Критерии оценивания сформированности компетенций
3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию
4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания
  - 4.1. Оценочные средства текущего контроля
    - 4.1.1. Письменная работа. Тема 2. Модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями. Тема 3. Линейные уравнения математической физики.
      - 4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.
      - 4.1.1.2 Критерии оценивания
      - 4.1.1.3. Содержание оценочного средства
    - 4.1.2. Устный опрос. Тема 1. Некоторые известные модели математической физики. Задачи химической кинетики. Тема 2. Модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями. Тема 3. Линейные уравнения математической физики. Тема 4. Нелинейные модели естествознания.
      - 4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания.
      - 4.1.2.2 Критерии оценивания
      - 4.1.2.3. Содержание оценочного средства
  - 4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации (экзамен)
    - 4.2.1. Устный или письменный ответ на вопрос
      - 4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.
      - 4.2.1.2. Критерии оценивания.
      - 4.2.1.3. Оценочные средства.
    - 4.2.2. Решение задач
      - 4.2.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания.
      - 4.2.2.2. Критерии оценивания.
      - 4.2.2.3. Оценочные средства.

## 1. СООТВЕТСТВИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций для достижения данной дисциплины	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
ОПК-5 Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил	Знать основные математические модели и возможные сферы их приложений в области мехатроники и робототехники Уметь создавать и решать задачи математического моделирования в области мехатроники и робототехники Владеть навыками исследования математических моделей при решении практических задач в области мехатроники и робототехники	<b>Текущий контроль:</b> Письменная работа по темам Тема 2. Модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями Тема 3. Линейные уравнения математической физики.  Устный опрос по темам: Тема 1. Некоторые известные модели математической физики. Задачи химической кинетики. Тема 2. Модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями. Тема 3. Линейные уравнения математической физики. Тема 4. Нелинейные модели естествознания.  <b>Промежуточная аттестация:</b> <i>Экзамен</i>

## 2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Компетенция	Зачтено			Не зачтено
	Высокий уровень (отлично) (86-100 баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85 баллов)	Низкий уровень (удовлетворительно) (56-70 баллов)	Ниже порогового уровня (неудовлетворительно) (0-55 баллов)
ОПК-5	Знает основные математические модели и возможные сферы их приложений в области мехатроники и робототехники	Знает основные математические модели и возможные сферы их приложений в области мехатроники и робототехники. Допускает незначительные ошибки при ответе на вопрос или решении поставленной задачи	Знает основные математические модели и возможные сферы их приложений в области мехатроники и робототехники. Допускает типичные ошибки при ответе на вопрос или решении поставленной задачи	Не знает основные математические модели и возможные сферы их приложений в области мехатроники и робототехники.
	Умеет создавать и решать задачи математического моделирования в области мехатроники и робототехники	Умеет создавать и решать задачи математического моделирования в области мехатроники и робототехники. Допускает незначительные ошибки при ответе на вопрос или решении поставленной задачи	Умеет создавать и решать задачи математического моделирования в области мехатроники и робототехники. Допускает типичные ошибки при ответе на вопрос или решении поставленной задачи	Не умеет создавать и решать задачи математического моделирования в области мехатроники и робототехники

	Владеет навыками исследования математических моделей при решении практических задач в области мехатроники и робототехники	Владеет навыками применения навыками исследования математических моделей при решении практических задач в области мехатроники и робототехники. Допускает незначительные ошибки при ответе на вопрос или решении поставленной задачи	Владеет навыками исследования математических моделей при решении практических задач в области мехатроники и робототехники. Допускает типичные ошибки при ответе на вопрос или решении поставленной задачи	Не владеет навыками исследования математических моделей при решении практических задач в области мехатроники и робототехники.
--	---	---	---	---

### 3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию

7 семестр.

#### Текущий контроль:

Письменная работа. Тема 2. Модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями. Тема 3. Линейные уравнения математической физики  
Максимальное количество баллов по БРС - 30.

Устный опрос. Тема 1. Некоторые известные модели математической физики. Задачи химической кинетики. Тема 2. Модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями. Тема 3. Линейные уравнения математической физики. Тема 4. Нелинейные модели естествознания.  
Максимальное количество баллов по БРС - 20.

Итого 30+20=50 баллов.

#### Промежуточная аттестация – экзамен-50 баллов.

Промежуточная аттестация проводится после завершения изучения дисциплины или ее части в форме, определяемой учебным планом образовательной программы с целью оценить работу обучающегося, степень усвоения теоретических знаний, уровень сформированности компетенций.

Преподаватель, принимающий экзамен, обеспечивает случайное распределение вариантов экзаменационных заданий между обучающимися с помощью билетов и/или с применением компьютерных технологий; вправе задавать обучающемуся дополнительные вопросы и давать дополнительные задания помимо тех, которые указаны в билете.

Экзамен проводится по билетам. В каждом билете два оценочных средства:

- 1) устный или письменный ответ на вопрос;
- 2) решение задачи.

Устный или письменный ответ – 20 баллов.

Решение задачи – 30 баллов.

Итого 20+30=50 баллов.

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию: 50+50=100 баллов.

Соответствие баллов и оценок:

Для экзамена:

86-100 – отлично

71-85 – хорошо

56-70 – удовлетворительно

0-55 – неудовлетворительно

### 4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания

#### 4.1. Оценочные средства текущего контроля

**4.1.1. Письменная работа. Тема 2. Модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями. Тема 3. Линейные уравнения математической физики.**

**4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.**

Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий

**4.1.1.2 Критерии оценивания**

**26-30 баллов ставится, если обучающийся:**

Правильно выполнил все задания. Проявил высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**21-25 баллов ставится, если обучающийся:**

Правильно выполнил большую часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Проявлен хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**17-20 баллов ставится, если обучающийся:**

Задания выполнил более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Проявлен удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**0-16 баллов ставится, если обучающийся:**

Задания выполнил менее чем наполовину. Проявлен неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**4.1.1.3. Содержание оценочного средства**

**Тема 2.**

Решить уравнения:

1.  $(2x - 4y + 6)dx + (x + y - 3)dy = 0$

2.  $y = x(y' - x \cos x)$

3.  $y'' - 2y' + y = 6xe^x$

4.  $y^{IV} + 4y''' = e^x + 1$

5. Тело массы  $m$  падает вниз с некоторой высоты. Сила вязкого трения пропорциональна скорости падения. Определить зависимость скорости от времени.

6. Круглый цилиндрический бак с вертикальной осью, диаметром  $2R$  и высотой  $H$  наполнен водой. Из бака вода вытекает через круглое отверстие диаметром  $2a$  в дне бака. Определить время опорожнения бака.

**Тема 3.**

$$u_{xx} - yu_{yy} - \frac{1}{2}u_y = 0, \quad y > 0$$

1. Найти общее решение уравнения

$$x^2u_{xx} + 2xyu_{xy} + y^2u_{yy} = 0$$

2. Привести уравнение к каноническому виду

3. Решить задачу Коши для уравнения теплопроводности

$$u_t = 2u_{xx}, \quad -\infty \leq x \leq +\infty, \quad t \geq 0, \quad u(0, x) = e^{-x^2 - 2x}$$

4. Найти решение уравнения  $x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial u}{\partial x} = 0$ , удовлетворяющее условиям

$$u|_{y=0} = f(x), \quad \frac{\partial u}{\partial y}|_{y=0} = F(x).$$

**4.1.2. Устный опрос. Тема 1. Некоторые известные модели математической физики. Задачи химической кинетики. Тема 2. Модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями. Тема 3. Линейные уравнения математической физики. Тема 4. Нелинейные модели естествознания.**

**4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания.**

Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.

#### **4.1.2.2 Критерии оценивания**

##### **17-20 баллов ставится, если обучающийся:**

В ответе качественно раскрыл содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

##### **14-16 баллов ставится, если обучающийся:**

Основные вопросы темы раскрыл. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

##### **11-15 баллов ставится, если обучающийся:**

Тему частично раскрыл. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

##### **0--10 баллов ставится, если обучающийся:**

Тему не раскрыл. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения

#### **4.1.2.3. Содержание оценочного средства**

##### **Темы 1, 2.**

Вопросы:

1. Свободные колебания.
2. Колебания в среде с сопротивлением.
3. Вынужденные колебания.
4. Резонанс.
5. Продольные колебания стержней.
6. Поперечные колебания стержней.
7. Реакция Лотки-Вольтерры.
8. Реакция Белоусова-Жаботинского.
9. Задачи на истечение жидкости из сосуда.
10. Два вида, борющиеся за общую пищу.
11. Модель хищник-жертва.

##### **Темы 3, 4.**

Вопросы:

1. Сформулировать закон Фурье теплопереноса.
2. Сформулировать задачу Стефана.
3. Записать уравнение Бюргера. Дать трактовку нелинейного слагаемого.
4. Указать подстановку Коула-Хопфа.
5. Дать определение солитона.
6. Указать односолитонное решение уравнения Кортевега-де Фриза.
7. Записать Формулу Даламбера.
8. Указать физический смысл формулы Даламбера.
9. Описать схему метода Фурье на примере уравнения колебаний струны.
10. Записать формулу Пуассона для волнового уравнения.
11. Записать интеграл Пуассона для параболического уравнения.
12. Описать схему метода разложения по собственным функциям задачи Штурма-Лиувилля

#### **4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации**

По дисциплине предусмотрен экзамен. Экзамен проходят по билетам. В каждом билете один теоретический вопрос и одна задача. Экзамен проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

##### **4.2.1. Устный или письменный ответ на вопрос**

###### **4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.**

Устный или письменный ответ на вопрос направлен на проверку знаний основных разделов математического моделирования.

#### **4.2.1.2. Критерии оценивания.**

##### **17-20 баллов ставится, если обучающийся:**

В ответе качественно раскрыл содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

##### **14-16 баллов ставится, если обучающийся:**

Основные вопросы темы раскрыл. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

##### **11-15 баллов ставится, если обучающийся:**

Тему частично раскрыл. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

##### **0--10 баллов ставится, если обучающийся:**

Тему не раскрыл. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

#### **4.2.1.3. Оценочные средства.**

##### **Вопросы для устного или письменного ответа**

1. Свободные колебания.
2. Колебания в среде с сопротивлением.
3. Вынужденные колебания.
4. Резонанс.
5. Продольные колебания стержней.
6. Поперечные колебания стержней.
7. Простейшие задачи химической кинетики.
8. Реакция Лотки-Вольтерры.
9. Реакция Белоусова-Жаботинского.
10. Задачи на истечение жидкости из сосуда.
11. Два вида, борющиеся за общую пищу.
12. Модель хищник-жертва.
13. Уравнение колебаний струны.
14. Уравнение теплопроводности.
15. Формула Даламбера.
16. Формула Кирхгофа.
17. Метод спуска.
18. Метод Фурье для уравнения колебаний струны.
19. Первая краевая задача для уравнения теплопроводности.
20. Задача Коши для однородного уравнения теплопроводности.
20. Задача Коши для неоднородного уравнения теплопроводности.
21. Интегральное представление дважды непрерывно дифференцируемых функций.
22. Основные свойства гармонических функций.
23. Задача Стефана.
24. Модель Лотки-Вольтерры и реакция Белоусова-Жаботинского.
25. Уравнение Бюргерса.
26. Уравнение Кортевега-де Фриза.

#### **4.2.2. Решение задач**

##### **4.2.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания.**

Предлагаются задачи на проверку знаний основ математики, умений решать задачи вычислительного и аналитического характера, использовать на практике знания из области математики, проводить практические расчеты, анализировать полученные результаты; умений решать типовые задачи математического моделирования, на владение математическим аппаратом дифференциальных уравнений,

методами решения задач и доказательства утверждений в данной предметной области.

##### **4.2.2.2. Критерии оценивания.**

##### **26-30 баллов ставится, если обучающимся:**

Задание выполнено полностью и правильно.

##### **21-25 баллов ставится, если обучающимся:**

Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования. Или при верном решении допущена вычислительная ошибка или недочет, не влияющий на правильную последовательность рассуждений.

**17-20 баллов ставится, если обучающимся:**

Задание выполнено частично или с фактическими и вычислительными ошибками.

**0-16 баллов ставится, если обучающимся:**

Задание не выполнено или выполнено с большим количеством фактических и вычислительных ошибок.

#### 4.2.2.3. Оценочные средства.

1. Рассмотрим популяцию, размножающуюся пропорционально количеству особей, продукты ее жизнедеятельности превращаются в среде обитания в яд, истребляющий популяцию. Найти зависимость количества особей от времени.

2. Воронка имеет форму конуса радиуса  $R = 6$  см и высоты  $H = 10$  см, обращенного вершиной вниз. За какое время вытечет вся вода из воронки через круглое отверстие диаметра  $0,5$  см, сделанное в вершине конуса?

3. Найти общее решение  $y' - y \sin x = \sin x \cos x$

4. Проинтегрировать уравнение  $(2x + y + 1)dx - (4x + 2y - 3)dy = 0$

5. Решить задачу Коши  $y' = 2x(x^2 + y), y(0) = 0$

6. Найти общее решение  $y'' + y = 4xe^x$ ;

7. Найти общее решение  $y'' + y' \operatorname{tg} x = \sin 2x$ ;

8. Найти общее решение  $y'' + 4y = 8 \sin 2x$ .

$$xu_{xx} - yu_{yy} + \frac{1}{2}(u_x - u_y) = 0, \quad x > 0, y > 0$$

9. Найти общее решение уравнения

$$u_{xx} + 2u_{xy} - 3u_{yy} + 2u_x + 6u_y = 0$$

10. Привести уравнение к каноническому виду

11. Решить краевую задачу для неоднородного волнового уравнения

$$u_{tt} = 4u_{xx} + 4\sin^3 x + 16\sin^5 x, \quad 0 \leq x \leq \pi, u(t, 0) = 0, u(t, \pi) = 0, u(0, x) = 0, u_t(0, x) = 0.$$

12. Решить краевую задачу

$$u_{tt} = u_{xxx}, \quad 0 \leq x \leq 2, u(t, 0) = 0, u(t, 2) = t, u(0, x) = x(x - 2), u_t(0, x) = 0.$$

13. Решить краевую задачу для однородного уравнения теплопроводности на отрезке

$$u_t = 4u_{xx}, \quad 0 \leq x \leq 2, t \geq 0, u(t, 0) = 0, u(t, 2) = 0, u(0, x) = 2x(2 - x).$$

14. Найти решение задачи Коши

$$x^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - y^2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0,$$

$$u|_{y=1} = f(x), \quad \frac{\partial u}{\partial y}|_{y=1} = F(x).$$

15. Проинтегрировать уравнение  $u_{xy} - xu_x + u = 0$

16. Проинтегрировать уравнение Эйлера-Пуассона

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{1}{(x-y)} \left( \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) = 0.$$

17. Преобразовать уравнение Кортевега-де Фриза к виду  $u_{tt} + 6uu_{xx} + u_{xxx} = 0$ .

18. Показать, что модифицированное уравнение Кортевега-де Фриза  $u_{tt} + 6uu_{xx} + u_{xxx} = 0$  имеет солитонное решение.

19. Найти автомодельную подстановку для одномерного уравнения теплопроводности на полуоси и решить задачу  $u(x, 0) = 0, u(0, t) = 1$ .

20. Найти солитонное решение нелинейного уравнения колебаний струны  $u_{tt} - u_{xx} + (u^2)_{xx} + u_{xxxx} = 0$ .

### **Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Физические основы мехатроники и робототехники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очно-заочная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

#### **Основная литература:**

1. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н. В. Голубева. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1424-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4862>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Туганбаев, А. А. Дифференциальные уравнения [электронный ресурс]: учеб. пособие / А. А. Туганбаев. — 2-е изд., стереотип. — Москва: ФЛИНТА, 2011. — 31 с. - ISBN 978-5-9765-1309-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/454637>. — Режим доступа: по подписке.
3. Пытьев, Ю. П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем: монография / Ю. П. Пытьев. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 428 с. — ISBN 978-5-9221-1276-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59752> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Ибрагимов, Н. Х. Практический курс дифференциальных уравнений и математического моделирования. Классические и новые методы. Нелинейные математические модели. Симметрия и принципы инвариантности: учебник / Н. Х. Ибрагимов; перевод с английского И. С. Емельяновой. — 2-е изд., доп. и испр. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 332 с. — ISBN 978-5-9221-1377-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5268>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Ячменёв, Л.Т. Высшая математика: учебник / Л.Т. Ячменёв. — Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2013. — 752 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01032-7 (РИОР); ISBN 978-5-16-005400-1 (ИНФРА-М). - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/344777> — Режим доступа: по подписке.

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Физические основы мехатроники и робототехники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очно-заочная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Программное обеспечение: операционная система Windows, Microsoft Office, Kaspersky Free для Windows

Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM»

Электронная библиотечная система Издательства «Лань»

Электронная библиотечная система «Консультант студента»