

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОПОП

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой ПМИ

\_\_\_\_\_ М. В. Коломина

\_\_\_\_\_ М. В. Коломина

«8» сентября 2022 г.

«8» сентября 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ**

Составитель(и)	<b>Коломина М.В., доцент, к.ф.-м.н., доцент каф. ПМИ АГУ Ивашиненко Е.А., ст. преподаватель каф. ПМИ АГУ</b>
Согласовано с работодателями	<b>Белов С.В., директор ООО «ТРАСТ ПОИНТ» Измайлов Г.А., генеральный директор ООО «Агент Плюс»</b>
Направление подготовки / специ- альность	<b>01.03.02 Прикладная математика и информатика</b>
Направленность (профиль) ОПОП	<b>Программирование и искусственный интеллект</b>
Квалификация (степень)	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Год приёма	<b>2024</b>
Курс	<b>2</b>
Семестр	<b>3</b>

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Целью освоения дисциплины** «Дифференциальные уравнения» является изучение различных типов дифференциальных уравнений и их систем, которые являются основным инструментом математического моделирования физических, химических, биологических, экономических, а также многих других процессов и явлений.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины:

- познакомить слушателей с основными понятиями и методами теории дифференциальных уравнений;
- сформировать у студентов навыки решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

**2.1. Учебная дисциплина** «Дифференциальные уравнения» относится к обязательной части и осваивается в 3 семестре.

**2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:**

- Математический анализ
- Линейная алгебра.

Знания: о дифференциальных и интегральных исчислениях функций одного и нескольких переменных.

Умения: решать основные задачи на дифференцирование функций одной и нескольких действительных переменных, интегрирование функций одной и нескольких действительных переменных.

Навыки: использования стандартных методов и моделей математического анализа и их применения к решению прикладных задач.

**2.3. Последующие учебные дисциплины и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:**

- Численные методы
- Алгоритмы в математике
- Эволюционные вычисления

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

*а) общепрофессиональных (ОПК):*

- способен применять математические, естественнонаучные и общепрофессиональные знания для понимания окружающего мира и для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способен формулировать, строить и применять модели для управления достижением планируемых результатов процессов и объектов профессиональной деятельности на базе знаний математики, программирования и программного обеспечения (ОПК-3);

*б) профессиональных (ПК):*

- способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат (ПК-8).

**Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-1 ОПК-1.1. Планирует самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач. ОПК-1.2. Обосновывает и использует положения, законы и методы естественных наук и математики при решении задач профессиональной деятельности.	законы и методы естественных наук и математики, содержание процесса целеполагания и постановки задач.	планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач, использовать положения, законы и методы естественных наук и математики при решении задач профессиональной деятельности, обосновывать и применять инновационные идеи и альтернативные подходы к решению задач профессиональной деятельности с применением естественнонаучных и общепрофессиональных знаний.	навыком планирования своей деятельности, обоснования используемых методов и подходов.
ОПК-3 ОПК-3.1. Выявляет и формулирует целевые характеристики описания объекта моделирования в профессиональной деятельности. ОПК-3.2. Определяет методы описания объектов и соответствующие им модели в профессиональной деятельности.	фундаментальные знания по математическим моделям для решения прикладных задач.	использовать аппарат математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности.	навыком применения и модификации математических моделей при решении задач в профессиональной деятельности
ПК-8 ПК-8.1. Владение методами интегрального и дифференциального исчисления одной и нескольких переменных	современный математический аппарат, основные виды дифференциальных уравнений и методы их решения.	применять методы интегрального и дифференциального исчисления одной и нескольких переменных при решении прикладных задач.	навыком применения современного математического аппарата при решении прикладных задач.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, в том числе 54 часа, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 36 часов – лекции, 18 часов – лабораторные работы, 18 часов – курсовая работа) и 108 часов – на самостоятельную работу обучающихся.

**Таблица 2. Структура и содержание дисциплины**

Раздел, тема дисциплины	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации <i>[по семестрам]</i>
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
<b>Тема 1.</b> Введение	3	2				4	
<b>Тема 2.</b> Дифференциальные уравнения первого порядка	3	10	6			44	Коллоквиум №1 Контрольная работа 1
<b>Тема 3.</b> Дифференциальные уравнения высших порядков.	3	10	6			40	Коллоквиум №2 Контрольная работа 2
<b>Тема 4.</b> Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Автономные системы дифференциальных уравнений.	3	14	6			34	Коллоквиум № 3 Контрольная работа 3
Курсовая работа					18		Защита курсовой работы
<b>Итого</b>		<b>36</b>	<b>18</b>		<b>18</b>	<b>108</b>	<b>Экзамен</b>

*Примечание:* Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; КПА – контроль промежуточной аттестации; КС – консультации; СР – самостоятельная работа

**Таблица 3. Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции			Общее количество компетенций
		ОПК 1	ОПК 3	ПК-8	
Тема 1.	6	+	+	+	3
Тема 2.	60	+	+	+	3
Тема 3.	56	+	+	+	3
Тема 4.	54	+	+	+	3
<b>Консультации</b>	2				
<b>Курсовая работа</b>	18				
<b>Итого</b>	<b>180</b>				

**Краткое содержание каждой темы дисциплины****Тема 1. Введение.**

Задачи, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.

**Тема 2. Дифференциальные уравнения первого порядка**

Основные понятия и определения. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Линейные уравнения. Уравнение Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах

**Тема 3. Дифференциальные уравнения высших порядков.**

Основные понятия. Уравнения, допускающие понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Линейные однородные дифференциальные уравнения высших порядков. Линейная зависимость функций. Определитель Вронского. Фундаментальная система решений линейного однородного уравнения  $n$ -го порядка. Линейные неоднородные уравнения  $n$ -го порядка. Линейные уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами.

**Тема 4. Системы дифференциальных уравнений. Автономные системы дифференциальных уравнений.**

Основные понятия, нормальная форма системы дифференциальных уравнений. Приведение нормальной системы к одному уравнению  $n$ -го порядка. Векторная форма записи, механический смысл нормальной системы. Линейные системы дифференциальных уравнений. Линейные однородные системы. Линейные неоднородные системы. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные системы с постоянными коэффициентами.

Особые точки, случай действительных корней характеристического уравнения. Особые точки, случай комплексных корней характеристического уравнения.

**5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ****5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине****Лекционные занятия**

Основной формой реализации теоретического обучения является лекция, которая представляет собой систематическое, последовательное изложение преподавателем-лектором учебного материала теоретического характера. Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины.

Порядок подготовки лекционного занятия включает в себя выполнение следующих этапов:

- изучение требований программы дисциплины,
- определение целей и задач лекции,
- разработка плана проведения лекции,

- подбор литературы (ознакомление с методической литературой, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия),
- отбор необходимого и достаточного по содержанию учебного материала,
- определение методов, приемов и средств поддержания интереса, внимания, стимулирования творческого мышления студентов,
- написание конспекта лекции.  
Лекция должна включать следующие разделы:
- формулировку темы лекции;
- указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;
- изложение вводной части;
- изложение основной части лекции;
- краткие выводы по каждому из вопросов;
- заключение;
- рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

### **Практические занятия**

Практические занятия – целенаправленная форма организации педагогического процесса, направленная на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Они развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания студентов и выступают как средства оперативной обратной связи.

Правильно организованные практические занятия ориентированы на решение следующих задач:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы теоретических знаний по дисциплине (предмету);
- формирование практических умений и навыков, необходимых в будущей профессиональной деятельности, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Состав заданий для практического занятия должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством учащихся.

Практические занятия должны так быть организованы, чтобы студенты ощущали нарастание сложности выполнения заданий, испытывали бы положительные эмоции от переживания собственного успеха в учении, поисками правильных и точных решений.

### **Самостоятельная работа**

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, которую студент совершает в установленное время и в установленном объеме индивидуально или в группе, без непосредственной помощи преподавателя (но при его контроле), руководствуясь сформированными ранее представлениями о порядке и правильности выполнения действий.

В учебном процессе образовательного учреждения выделяются два вида самостоятельной работы:

- 1) аудиторная – выполняется на учебных занятиях, под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию;
- 2) внеаудиторная – выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Внеаудиторные самостоятельные работы представляют собой логическое продолжение аудиторных занятий, проводятся по заданию преподавателя, который инструктирует студентов и устанавливает сроки выполнения задания.

## **5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **Лекция. Как ее слушать и записывать**

1. Лекция основной вид обучения в вузе.

2. В лекции излагаются основные положения теории, ее понятия и законы, приводятся факты, показывающие связь теории с практикой.
3. Накануне лекции необходимо повторить содержание предыдущей лекции, а затем посмотреть тему очередной лекции по программе (по плану лекций).
4. Полезно вести записи (конспекты) лекций: для непонятных вопросов оставлять место при работе над темой лекции с учебными пособиями.
5. Записи лекций следует вести в отдельной тетради, оставляя место для дополнений во время самостоятельной работы.
6. При конспектировании лекций выделяйте главы и разделы, параграфы, подчеркивайте основное.

#### **Практическое занятие. Как к нему готовиться**

1. Практическое занятие наиболее активный вид учебных занятий в вузе. Он предполагает самостоятельную работу над лекциями и учебными пособиями.
2. К каждому практическому занятию нужно готовиться. Подготовку следует начинать с повторения теории (по записям лекций или по учебному пособию). После этого нужно решать задачи из предложенного домашнего задания.

#### **Организация самостоятельной работы**

1. Бюджет времени студента определяется временем, отведенным на занятия по расписанию и на самостоятельную работу. Задание и материал для самостоятельной работы дается во время учебных занятий, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой.
2. Для выполнения объема самостоятельной работы необходимо заниматься в среднем 4 часа (академических) ежедневно, т.е. по 24 часа в неделю.
3. Начинать самостоятельные занятия следует с первых же дней семестра, установив определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Полезно для этого составить расписание порядка дня.

**Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема 2. Дифференциальные уравнения первого порядка	44	Регулярное выполнение домашней работы: изучение теоретического материала, решение задач. Подготовка к контрольной работе, коллоквиуму
Тема 3. Дифференциальные уравнения высших порядков.	40	Регулярное выполнение домашней работы: изучение теоретического материала, решение задач. Подготовка к контрольной работе, коллоквиуму
Тема 4. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Автономные системы дифференциальных уравнений.	34	Регулярное выполнение домашней работы: изучение теоретического материала, решение задач. Подготовка к контрольной работе, коллоквиуму
Курсовая работа	18	Написание курсовой работы

#### **5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно**

Регулярное выполнение домашней работы: разбор лекционного материала, решение задач.

В рамках дисциплины предусмотрено написание курсовой работы. При написании курсовой работы необходимо придерживаться требований по оформлению, представленных в Приложении 1. Титульный лист оформляется в соответствии с Приложением 2.

*Примерная тематика курсовых работ:*

- Приложение дифференциальных уравнений в химии
- Приложение дифференциальных уравнений в биологии
- Приложение дифференциальных уравнений в физике
- Приложение дифференциальных уравнений астрономии

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине «Дифференциальные уравнения» могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

### 6.1. Образовательные технологии

**Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий**

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1.	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 2.	<i>Интерактивная лекция</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 3.	<i>Интерактивная лекция</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 4.	<i>Интерактивная лекция</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий</i>	<i>Не предусмотрено</i>

### 6.2. Информационные технологии

- использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.);
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Цифровое обучение») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

### 6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

#### 6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Microsoft Office 2013	Пакет офисных программ

#### 6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – BiblioТех». <https://biblio.asu.edu.ru>
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
3. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)

4. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». <https://library.asu.edu.ru>

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Дифференциальные уравнения» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств**

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
<b>Тема 1.</b> Введение	ПК-8	
<b>Тема 2.</b> Дифференциальные уравнения первого порядка	ОПК-1, ОПК-3, ПК-8	Коллоквиум №1 Контрольная работа 1
<b>Тема 3.</b> Дифференциальные уравнения высших порядков.	ОПК-1, ОПК-3, ПК-8	Коллоквиум №2 Контрольная работа 2
<b>Тема 4.</b> Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Автономные системы дифференциальных уравнений.	ОПК-1, ОПК-3, ПК-8	Коллоквиум № 3 Контрольная работа 3

### 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

**Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

**Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов

Шкала оценивания	Критерии оценивания
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

### 7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине

#### Тема 2. Дифференциальные уравнения первого порядка

##### Примерные задания контрольной работы

##### Контрольная работа №1

1. Решить однородное уравнение  $2x^2 y' = x^2 y^2$ .
2. Решить уравнение Бернулли  $y' + 2xy = 2xy^2$ .
3. Решить уравнение в полных дифференциалах  $(3x^2 + 6xy^2)dx + (6x^2 y + 4y^3)dy = 0$
4. Определить вид уравнения и решить его  $y' \cos x - y \sin x = 2x$ .

##### Примерные вопросы к коллоквиуму №1

1. Дифференциальные уравнения первого порядка. Основные понятия и определения.
2. Уравнения с разделяющимися переменными.
3. Однородные уравнения.
4. Уравнения, приводимые к однородным.
5. Линейные уравнения.
6. Уравнение Бернулли.
7. Уравнения в полных дифференциалах.
8. Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной.

#### Тема 3. Дифференциальные уравнения высших порядков

##### Примерные задания контрольной работы

##### Контрольная работа № 2

1. Проинтегрировать уравнение, допускающее понижение порядка  $y'' = x \cos x$ .
2. Решить линейное однородное уравнение с постоянными коэффициентами  $y''' - 2y'' + 2y' = 0$
3. Решить линейное неоднородное уравнение с постоянными коэффициентами
  - а)  $y'' + 4y' + 3y = 9e^{-3x}$ ,
  - б)  $y'' + 2y' + 5y = e^{-x} \sin 2x$ .

##### Примерные вопросы к коллоквиуму №2

1. Дифференциальные уравнения высших порядков Основные понятия.
2. Уравнения, допускающие понижение порядка.
3. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Определения и общие свойства.
4. Линейные однородные дифференциальные уравнения высших порядков.
5. Линейная зависимость функций. Определитель Вронского.
6. Фундаментальная система решений линейного однородного уравнения  $n$ -го порядка.
7. Линейные неоднородные уравнения  $n$ -го порядка.
8. Линейные однородные уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами. Случай различных корней характеристического уравнения.
9. Линейные однородные уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами. Случай кратных корней характеристического уравнения.
10. Линейные неоднородные уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами.

**Тема 4. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений****Тема 5. Автономные системы дифференциальных уравнений****Примерные задания контрольной работы****Контрольная работа №3**

1. Является ли система функций  $\begin{cases} x = C_1 e^t + C_2 e^{5t} \\ y = -C_1 e^t + 3C_2 e^{5t} \end{cases}$  решением системы уравнений  $\begin{cases} \dot{x} = 2x + y \\ \dot{y} = 3x + 4y \end{cases}$
2. Решить однородную систему методом исключения  $\begin{cases} \dot{x} = 2x - y \\ \dot{y} = 5x \end{cases}$
3. Решить неоднородную систему, используя таблицу  $\begin{cases} \dot{x} = 4x - 3y + \sin t \\ \dot{y} = 2x - y - 2 \cos t \end{cases}$

**Примерные вопросы к коллоквиуму №3**

1. Основные понятия, нормальная форма системы дифференциальных уравнений.
2. Приведение нормальной системы к одному уравнению  $n$ -го порядка.
3. Векторная форма записи, механический смысл нормальной системы.
4. Линейные системы дифференциальных уравнений. Линейные однородные системы.
5. Фундаментальная система решений для линейных однородных систем
6. Линейные неоднородные системы.
7. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Случай различных корней характеристического уравнения.
8. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Случай кратных корней характеристического уравнения.
9. Линейные неоднородные системы с постоянными коэффициентами.

**Вопросы к экзамену**

1. Дифференциальные уравнения первого порядка. Основные понятия и определения.
2. Уравнения с разделяющимися переменными.
3. Однородные уравнения.
4. Линейные уравнения.
5. Уравнение Бернулли.
6. Уравнения в полных дифференциалах.
7. Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной.
8. Дифференциальные уравнения высших порядков Основные понятия.
9. Уравнения, допускающие понижение порядка.
10. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Определения и общие свойства.
11. Линейные однородные дифференциальные уравнения высших порядков.
12. Линейная зависимость функций. Определитель Вронского.
13. Фундаментальная система решений линейного однородного уравнения  $n$ -го порядка.
14. Линейные неоднородные уравнения  $n$ -го порядка.
15. Линейные однородные уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами. Случай различных корней характеристического уравнения.
16. Линейные однородные уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами. Случай кратных корней характеристического уравнения.
17. Линейные неоднородные уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами.
18. Основные понятия, нормальная форма системы дифференциальных уравнений.

19. Приведение нормальной системы к одному уравнению  $n$ -го порядка.
20. Векторная форма записи, механический смысл нормальной системы.
21. Линейные системы дифференциальных уравнений. Линейные однородные системы.
22. Фундаментальная система решений для линейных однородных систем
23. Линейные неоднородные системы.
24. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Случай различных корней характеристического уравнения.
25. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Случай кратных корней характеристического уравнения.
26. Линейные неоднородные системы с постоянными коэффициентами.
27. Автономные системы дифференциальных уравнений. Основные понятия.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

**Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов**

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<b>Код и наименование проверяемой компетенции</b> <b>ОПК-4</b>				
1.	Задание закрытого типа	Верно ли утверждение: если уравнение $a_0(x)y^{(n)} + a_1(x)y^{(n-1)} + \dots + a_{n-1}(x)y' + a_n(x)y = F(x)$ имеет порядок $n$ , то коэффициент $a_0(x)$ не должен быть тождественно равен нулю?	верно	1-3
2.		Если функции $y_1(x), y_2(x), \dots, y_n(x)$ образуют фундаментальную систему решений уравнения $y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + \dots + p_{n-1}(x)y' + p_n(x)y = 0$ , то общее решение имеет вид: 1. $y(x) = C_1y_1(x) + C_2y_2(x) + \dots + C_ny_n(x)$ 2. $y(x) = C_1xy_1(x) + C_2xy_2(x) + \dots + C_nxy_n(x)$ 3. $y(x) = C_1x_1y + C_2x_2(y) + \dots + C_nx_n(y)$	1	1-3
3.		Пусть дано $n+1$ частное решение линейного однородного уравнения $y_1(x), y_2(x), \dots, y_{n+1}(x)$ , тогда 1. между ними существует нелинейная зависимость 2. между ними существует линейная зависимость 3. между ними существует квадратичная зависимость	2	1-3
4.		Если два линейных однородных уравнения имеют общую фундаментальную систему решений, то они: 1. тождественны между собой 2. образуют линейную систему 3. имеют линейно независимые решения	1	1-3
5.		Если известна фундаментальная система соответствующего однородного уравнения, то общее решение неоднородного уравнения может быть найдено: 1. дифференцированием 2. заменой 3. подстановкой 4. интегрированием	4	1-3
6.	Задание откры-	Дайте определение дифференциального уравнения $n$ -го порядка ( $n > 1$ )	Дифференциальным уравнением $n$ -	2-5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
	того типа		го порядка ( $n > 1$ ) называется уравнение вида $F(x, y, y', y'', \dots, y^{(n)}) = 0$ , где $F$ есть непрерывная функция всех своих аргументов, определенных в области $D$ .	
7.		Дайте определение общего решения уравнения $F(x, y, y', y'', \dots, y^{(n)}) = 0$	Функция $y = \varphi(x, C_1, C_2, \dots, C_n)$ называется общим решением уравнения (2) в области $D$ если: 1) функция $y = \varphi(x, C_1, C_2, \dots, C_n)$ обращает уравнение (2) в тождество; 2) для всякой точки $(x_0, y_0, y'_0, \dots, y_0^{(n-1)})$ области $D$ можно указать такие значения постоянных $C_1, C_2, \dots, C_n$ , что выполняются равенства $y_0 = \varphi(x_0, C_1, C_2, \dots, C_n)$ , $y'_0 = \varphi'(x_0, C_1, C_2, \dots, C_n)$ , ... .. $y_0^{(n-1)} = \varphi^{(n-1)}(x_0, C_1, C_2, \dots, C_n)$	2-5
8.		Дайте определение особого решения уравнения $F(x, y, y', y'', \dots, y^{(n)}) = 0$	Решение $y = \varphi(x)$ уравнения называется особым, если оно состоит из точек $(x, y, y', \dots, y^{(n-1)})$ , в которых нарушена единственность решения.	2-5
9.		Дайте определение линейного дифференциального уравнения $n$ -го порядка	Дифференциальное уравнение $n$ -го порядка называется линейным, если оно первой степени относительно совокупности величин $y, y', \dots, y^{(n)}$ , где $y$ – искомая функция, $x$ – независимая переменная. Линейное дифференциальное уравнение $n$ -го порядка имеет вид $a_0(x)y^{(n)} + a_1(x)y^{(n-1)} + \dots + a_{n-1}(x)y' + a_n(x)y = F(x)$ , где коэффициенты $a_0(x), a_1(x), \dots, a_n(x)$ и $F(x)$ непрерывные функции.	2-5
10.	Задание комбинированного типа	Назовите свойства линейных дифференциальных уравнений	<b>Свойство 1.</b> Уравнение остается линейным при замене независимого переменного. <b>Свойство 2.</b> Уравнение остается линейным при линейном преобразовании зависимой переменной.	2-5
<b>Код и наименование проверяемой компетенции</b> <b>ОПК-1</b>				
1.	Задание закрытого типа	Общее решение уравнения $\frac{dy}{dx} = y^2$ : 1. $y = \frac{1}{c-x}$ 2. $y = \frac{1}{x-c}$ 3. $y = C - x$ 4. $y = \frac{1}{x^2} + c$	1	2-5
2.		Соотнесите: 1. Уравнение с разделяющимися переменными	1-б 2-г	3-5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		<p>ными</p> <p>2. Однородное дифференциальное уравнение</p> <p>3. Линейное уравнение</p> <p>4. Уравнение Бернулли</p> <p>а. <math>\frac{dy}{dx} = P(x)y + Q(x)y''</math></p> <p>б. <math>\frac{y}{x} = \frac{dy}{dx}</math></p> <p>в. <math>\frac{dy}{dx} - \frac{y}{x} = -2x</math></p> <p>г. <math>\frac{dy}{dx} = \frac{xy}{x^2 - y^2}</math></p>	3-в 4-а	
3.		<p>Уравнением Лагранжа называется уравнение вида:</p> <p>1. <math>y = \varphi(y')x + \psi(y')</math></p> <p>2. <math>y = \varphi(y')x + y'</math></p> <p>3. <math>y = \varphi(y') + \psi(y')</math></p>	1	1-3
4.		<p>Уравнением Клеро называется уравнение вида:</p> <p>1. <math>y = \varphi(y')x + y'</math></p> <p>2. <math>y = y'x + \psi(y')</math></p> <p>3. <math>y = y' + \psi(y')x</math></p>	2	1-3
5.	Задание открытого типа	Дифференциальное уравнение вида $\frac{dy}{dx} = f(x)$ называется...	Уравнением с разделяющимися переменными	1-3
6.		Решите уравнение $(x - y)dx + xdy = 0$	$y = -\ln x  + C, x = 0$	8-10
7.		Решите уравнение $\frac{dy}{dx} - \frac{4y}{x} = x\sqrt{y}$	$y = x^4 \left( C_1 + \frac{1}{2}\ln x  \right)^2$	8-10
8.		$\left. \begin{array}{l} x = -\psi'(p), \\ y = -p\psi'(p) + \psi(p). \end{array} \right\}$ <p>... оно не зависит от произвольной постоянной и ни при каком <math>C</math> не может быть получено из общего решения уравнения Клеро. О каком решении идет речь?</p>	Особое решение	1-3
9.		Уравнение $ay' + by'^2 = x$ разрешено относительно...	x	1-2
10.	Задание комбинированного типа	<p>Общим решением дифференциального уравнения <math>y'' = 0</math> является функция:</p> <p>1. <math>y = Cx</math></p> <p>2. <math>y = C_1x^2 + C_2x</math></p> <p>3. <math>y = C_1x + C_2</math></p> <p>Объясните свой ответ</p>	<p>3</p> $\frac{d(y')}{dx} = 0$ $\int d(y') = \int 0(dx)$ $y' = C_1$ $\frac{dy}{dx} = C_1$ $dy = C_1 dx$ $\int 1 dy = \int C_1 dx$ $y = C_1 x + C_2$	10
<b>Код и наименование проверяемой компетенции</b>				
<b>ОПК-3</b>				
1.	Задание	Система вида	2	1-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
	закрытого типа	$\left. \begin{aligned} y_1^{(m_1)} &= f_1(x, y_1, y_1', \dots, y_1^{(m_1-1)}, y_2, y_2', \dots, y_2^{(m_2-1)}, \dots, y_k, y_k', \dots, y_k^{(m_k-1)}) \\ y_2^{(m_2)} &= f_2(x, y_1, y_1', \dots, y_1^{(m_1-1)}, y_2, y_2', \dots, y_2^{(m_2-1)}, \dots, y_k, y_k', \dots, y_k^{(m_k-1)}) \\ &\dots \\ y_k^{(m_k)} &= f_k(x, y_1, y_1', \dots, y_1^{(m_1-1)}, y_2, y_2', \dots, y_2^{(m_2-1)}, \dots, y_k, y_k', \dots, y_k^{(m_k-1)}) \end{aligned} \right\}$ <p>называется...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>нормальной</li> <li>канонической</li> <li>правильной</li> </ol>		
2.		<p>Порядок системы дифференциальных уравнений равен</p> $\left. \begin{aligned} \frac{dy_1}{dx} &= f_1(x, y_1, y_2, \dots, y_n), \\ \frac{dy_2}{dx} &= f_2(x, y_1, y_2, \dots, y_n), \\ &\dots \\ \frac{dy_n}{dx} &= f_n(x, y_1, y_2, \dots, y_n). \end{aligned} \right\}$ <ol style="list-style-type: none"> <li><math>n</math></li> <li><math>n + 1</math></li> <li><math>n - 1</math></li> </ol>	1	1-3
3.		<p>Уравнение <math>y^2(1+x)dy - x^2(y-1)dx = 0</math> является уравнением:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>в полных дифференциалах</li> <li>однородным</li> <li>линейным</li> <li>с разделяющимися переменными</li> </ol>	4	2-5
4.		Верно ли утверждение: уравнение Бернулли является частным случаем линейного уравнения?	неверно	1-3
5.		<p>Пусть правая часть линейного неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами имеет вид <math>f(x) = P_n(x)e^{ax}</math>, где <math>P_n(x)</math> – многочлен степени <math>n</math>, тогда частное решение этого уравнения будет иметь вид:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>Q_n(x)e^{ax}</math></li> <li><math>xQ_n(x)e^{ax}</math></li> <li><math>Q_n(x)e^{nx}</math></li> <li><math>x^s Q_n(x)e^{ax}</math></li> </ol>	4	1-3
6.	Задание открытого типа	Какими свойствами обладает линейный дифференциальный оператор?	<p><b>Свойство 1.</b> Линейный дифференциальный оператор от суммы равен сумме операторов</p> $L[y_1 + y_2] = L[y_1] + L[y_2],$ <p>где <math>y_1 = y_1(x)</math> и <math>y_2 = y_2(x)</math> – любые функции, имеющие <math>n</math> непрерывных производных.</p> <p><b>Свойство 2.</b> Постоянный множитель можно вынести за знак линейного оператора <math>L[Cy] = CL[y]</math>, где <math>y</math> – любая <math>n</math> раз дифференцируемая функция, <math>C</math> – постоянная.</p>	

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
7.		Решите уравнения $y^{\frac{2}{3}} + (y')^{\frac{2}{3}} = 1$	$\begin{cases} x = 3t + 3ctgt + C \\ y = \cos^3 t \end{cases}$	15-20
8.		Решите уравнение $y^{IV} + 8y'' + 16y = 0$	$y = C_1 \cos 2x + C_2 \sin 2x + C_3 x \cos 2x + C_4 x \sin 2x$	15-18
9.		Найдите частное решение уравнение $(x^2 - 3y^2)dx + 2xydy = 0$ , удовлетворяющее начальному условию $y(2) = 1$ .	$y = \pm x \sqrt{1 - \frac{3}{8}x}$	15-18
10.		Решите систему дифференциальных уравнений: $\begin{cases} \frac{dy}{dx} = -2y - 4z + 4x + 1 \\ \frac{dz}{dx} = -y + z + \frac{3}{2}x^2 \end{cases}$	$\begin{cases} y = C_1 e^{-3x} + C_2 e^{2x} + x^2 + \\ z = 0,25C_1 - C_2 e^{2x} - 0,5x^2 \end{cases}$	20-25
<b>Код и наименование проверяемой компетенции</b>				
<b>ПК-8</b>				
1.	Задание закрытого типа	1.		
2.		Верно ли утверждение: функция $y^2 - x^2 - Cy = 0$ является общим интегралом дифференциального уравнения $y'(x^2 + y^2) - 2xy = 0$ ?	верно	2-5
3.		Найти кривую, у которой длина отрезка касательной, заключенного между осями координат, равна расстоянию от точки касания до начала координат: 1. $y = Cx, C-\text{const}$ 2. $y = \frac{c}{x}, C-\text{const}$ 3. $y = \frac{x}{c}, C-\text{const}$ 4. $y = x$	2	5-6
4.		Скорость распада радия пропорциональна количеству не распавшегося радия. Вычислить, через сколько лет от 1 кг радия останется 650 г, 10 если известно, что за 1600 лет распадается половина первоначального количества. 1. через 100 лет 2. через 1000 лет 3. через 5000 лет 4. через 10000 лет	2	8-10
5.		Пусть правая часть линейного неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами имеет вид $f(x) = e^{ax}(P_n(x) \cos bx + Q_m(x) \sin bx)$ , частное решение в этом случае будет иметь вид $y = x^s e^{ax}(S_l(x) \cos bx + T_l(x) \sin bx)$ , где $T_l(x)$ – это многочлен степени $l$ : 1. $l = n$ 2. $l = m$ 3. $l = n + m$ 4. $l = \max(n, m)$ 5. $l = \min(n, m)$	4	1-3
6.	Задание открытого типа	Решите линейное неоднородное уравнение $\frac{dy}{dx} - \frac{y}{x} = -x$	$y = -x^2 + C_1 x$	8-10
7.		Решите уравнение $4y'' - 8y' + 5y = 0$	$y = C_1 e^{-x} \cos \frac{x}{2} + C_2 e^{-x} \sin \frac{x}{2}$	8-10
8.		Составьте дифференциальное уравнение семейства кривых $C_1 x + (y - C_2)^2 = 0$	$y' + 2xy'' = 0$	5-7
9.		Скорость остывания нагретого тела пропорциональна разности температур тела и окружающей	Через 40 минут	8-10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		среды. За 10 минут тело охладилось от 100 до 60 градусов. Температура среды постоянна и равна 20 градусам. Когда тело остынет до 25 градусов?		
10.		Моторная лодка движется в спокойной воде со скоростью 5 м/сек. На полном ходу ее мотор выключается и через 40 сек после этого скорость лодки уменьшается до 2 м/сек. Определить скорость лодки через 2 минуты после остановки мотора, считая, что сопротивление воды пропорционально скорости движения лодки.	0,32 м/сек	8-10
11.	Задание комбинированного типа	Общее решение уравнения $\frac{dy}{dx} = \frac{1}{x}$ : 1. $y = \ln x + C$ 2. $y = \frac{1}{x^2} + C$ 3. $y = \ln x  + C$ 4. $y = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{x^2} + C$ Обоснуйте свой ответ	3 $\frac{dy}{dx} = \frac{1}{x}$ $dy = \frac{dx}{x}$ $\int 1 dy = \int \frac{1}{x} dx$ $y = \ln x  + C$	10

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
-------	----------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------

#### 3 семестр

Основной блок				
1.	Написание контрольных работ	3/7	21	семестр
2.	Коллоквиум	3/7	21	семестр
<b>Всего</b>			<b>42</b>	
Блок бонусов				
3.	Посещение занятий		8	
<b>Всего</b>			<b>8</b>	-
Дополнительный блок				
4.	Экзамен		50	семестр
<b>Всего</b>			<b>50</b>	
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>	
<b>Курсовая работа</b>			<b>100</b>	По расписанию

Таблица 11. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	3 (удовлетворительно)
60–64	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

Итоговая оценка успеваемости студентов по дисциплине производится согласно положению о балльно-рейтинговой системе оценки учебных достижений студентов, утвержденного приказом ректора АГУ от 13.01.2014 г. № 08-01-01/08.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Основная литература**

1. Коломина, М.В. Дифференциальные уравнения: курс лекций для студентов, обучающихся по специальности 010200 - Прикладная математика и информатика. - Астрахань: Астраханский ун-т, 2007. - 172 с. (55 экз.);
2. Математика: основы теории дифференциальных уравнений [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.К. Ушаков - М.: МИСиС, 2018. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906953056.html> (ЭБС «Консультант студента»).
3. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Д.Б. Литвин, С.В. Мелешко, И.И. Мамаев - Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2017. URL: [http://www.studentlibrary.ru/book/stavgau\\_00125.html](http://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_00125.html) (ЭБС «Консультант студента»).
4. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Практический курс [Электронный ресурс]: учеб. пособие с мультимедиа сопровождением / А.В. Пантелеев, А.С. Якимова, К.А. Рыбаков - М.: Логос, 2017. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044650.html> (ЭБС «Консультант студента»).
5. Туганбаев А.А. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]/ Туганбаев А.А. - М.: ФЛИНТА, 2017. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976513099.html> (ЭБС «Консультант студента»).
6. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. - М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002. - 176 с. (26 экз.).

### **8.2. Дополнительная литература**

1. Александрова, И. А. Дифференциальные уравнения. Руководство к решению задач / И. А. Александрова - Москва : Прометей, 2020. - 122 с. - ISBN 978-5-907244-45-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907244450.html> (дата обращения: 13.09.2022)
2. Есипов А.А. Практикум по обыкновенным дифференциальным уравнениям. - М.: Вузовская книга, 2001. - 396 с. (10 экз.)
3. Математический анализ [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Недогибченко Г.В. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232167.html> (ЭБС «Консультант студента»).
4. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление: учеб. для ун-тов. - 4-е изд. - М.: Эдиториал УРСС, 2000. - 320 с. (14 экз.)

в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).

### **8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины**

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Для проведения лекционных и пратических занятий:

1. Используется аудитория, оборудованная необходимым количеством столов, стульев, доской маркерной и электронной.
2. Аудитория должна иметь следующие нормы освещенности

- СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» норма освещенности аудиторий ВУЗов 400 Лк.
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» пункт 3.3.3. «Общее освещение в помещениях общественных зданий должно быть равномерным».

3. Электронная доска должна быть подключена к сети Интернет.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

## ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

**Курсовая работа должна содержать в себе фрагменты, представленные ниже.**

**Обоснование актуальности** – объяснение необходимости изучения данной темы в контексте общего процесса научного познания. **Обоснование актуальности темы** излагается в тексте ВВЕДЕНИЯ.

**Обзор научной литературы** – основание для постановки проблемы.

**Задачи обзора литературы:**

- провести общее и детальное знакомство с темой исследования;
- выявить и сформулировать проблему исследования;
- определить цели и задачи курсовой работы.

**Формулировка цели** курсовой работы должна тесно соотноситься с темой, как правило, полностью включая её.

После формулировки общей цели работы указываются конкретные задачи, которые являются своеобразными ступеньками-этапами на пути достижения цели. Обычно они даются в форме перечисления: «изучить...», «описать...», «раскрыть...», «выявить...», «определить...», «исследовать...», «выяснить...», «проанализировать...» и т. д. Формулировки задач необходимо делать как можно тщательнее, поскольку описание их решения должно составить содержание глав работы. Задач в работе не должно быть много.

Далее в соответствии с логической схемой исследования исследователем формулируются **объект и предмет исследования**.

**Объект** – это процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения.

**Предмет** – это то, что находится в границах объекта.

Объект и предмет исследования как категории исследовательского процесса соотносятся между собой как общее и частное. В объекте выделяется та его часть, которая служит предметом исследования. Именно на него и направлено основное внимание исследователя, именно предмет исследования определяет тему исследования, которая обозначается на титульном листе как её заглавие.

Заключительным этапом являются **выводы**, которые содержат всё то новое и существенное, что составляет научные и практические результаты проведённой исследовательской работы.

## СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Структурными элементами курсовой работы являются:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

**Титульный лист** является первой страницей курсовой работы и оформляется в соответствии с установленным образцом.

**Оглавление** содержит все заголовки разделов курсовой работы с указанием страницы, с которых они начинаются.

Во **введении** обосновывается актуальность выбранной темы, формулируется проблема, которую студент должен решить в данной работе, определяются цели и взаимосвязанный комплекс задач исследования, предмет и объект, методы исследования. Рекомендуемый объём введения – 2-3 страницы.

**Основная часть** носит содержательный характер, в ней решаются поставленные задачи, описывается ход и результаты научно-аналитической, экспериментальной работы.

Основную часть следует делить на главы и параграфы. Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме работы и полностью её раскрывать. Рекомендуемое количество глав – 2-3, рекомендуемое количество параграфов – 2-3. Между параграфами и между главами необходимы смысловые связки, чтобы текст курсовой работы был логично выстроен и не содержал разрывов в изложении материала.

Работа пишется грамотным, литературным языком. Материал излагается последовательно и логично, в соответствии с намеченным планом работы и задачами исследования. Определения и формулировки, сделанные автором, должны быть точными и ясными, как без излишней детализации, так и чрезмерной краткости. Старайтесь избегать повторов слов и словосочетаний, речевых штампов.

В тексте работы допустимы некоторые сокращения, но они требуют пояснения. При первом их использовании словосочетание пишется полностью, а в скобках указывается принятое сокращение, которое и будет использоваться в дальнейшем. Например, «самостоятельная работа школьников» (СРШ), «комплекс дидактических игр» (КДИ) и т. п. Следует иметь в виду, что таких сокращений не должно быть много, иначе это затрудняет восприятие материала.

При написании работы не рекомендуется вести изложение от первого лица («Я считаю...»), «По моему мнению...») или от множественного лица («Мы полагаем...», «Мы наблюдаем...»). Лучше выразить мысль в безличной форме («Полученные данные свидетельствуют о том...»), «Можно утверждать, что...», «Итоги эксперимента дают основание для...» и т. д.).

Если в тексте используется прямая цитата, она должна быть заключена в кавычки и сопровождаться ссылкой на автора. Для этого в скобках сразу после цитаты указываются инициалы и фамилия автора работы, год её издания. Например, «Самостоятельная работа учащихся, включаемая в процесс обучения, – это такая работа, которая выполняется без непосредственного участия учителя, но по его заданию, в специально предоставленном для это время» (Б. П. Есипов, 1961). Если цитата приводится не с начала (или без окончания), то перед ней (во втором случае после неё) ставится многоточие.

Не стоит увлекаться прямым цитированием. Мысль автора может быть передана своими словами (без искажения смысла), тем не менее, в этом случае ссылка на его фамилию необходима.

**В заключении** последовательно излагаются теоретические и практические результаты и суждения, к которым пришёл студент в результате исследования. Они должны быть краткими, чёткими, дающими полное представление о содержании, значимости, обоснованности и эффективности работы. Пишутся они тезисно, по пунктам. Результаты (выводы) исследования должны соответствовать поставленным цели и задачам.

После заключения приводится **список использованных источников** в установленном порядке. Каждый включённый литературный источник должен иметь отражение в тексте курсовой работы. Если автор делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен указать, откуда взяты приведённые материалы. Нельзя включать в библиографический список те работы, на которые нет ссылок в тексте работы и которые фактически не были использованы.

**В приложения** следует относить вспомогательный материал, который при включении в основную часть работы загромождает текст. К вспомогательному материалу относятся первичные таблицы, промежуточные расчёты, таблицы вспомогательных цифровых данных, инструкции, методики, иллюстрации вспомогательного характера, неопубликованные ранее тексты. Если приложений больше десяти, их следует объединить по видам.

Курсовая работа предоставляется в печатном виде и на электронном носителе на кафедру.

Работа выполняется в любом текстовом редакторе. Формат страницы – А4, кегль – 14, межстрочный интервал – 1,5. Выравнивание по ширине, отступ слева (красная строка) – 1,5. Текст следует размещать на одной стороне листа бумаги с соблюдением следующих разме-

ров полей: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм. В тексте установить автоматические переносы, исключая заголовки.

При оформлении работы необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и чёткость изображения по всей работе. Не должно быть помарок, перечёркивания, сокращения слов, за исключением общепринятых.

Страницы текста нумеруют арабскими цифрами снизу по центру. По всему тексту соблюдается сквозная нумерация. Номер титульного листа и листа с содержанием не проставляется, но включается в общую нумерацию курсовой работы. Все структурные элементы работы: введение, главы основной части, заключение, список используемых источников, приложения, – должны начинаться с новой страницы.

**Оформление глав и параграфов.** Каждая глава курсовой работы начинается с новой страницы. Установить интервал после названия главы – 12 пт. Если глава имеет только один параграф, то выделять его не следует. Заголовки глав печатаются прописными буквами, заголовки параграфов пишутся строчными буквами (первая буква заголовка параграфа заглавная), шрифт полужирный. Точки в конце заголовков не ставятся, заголовки не подчёркиваются. Переносы слов во всех заголовках не допускаются.

**Оформление маркированных и нумерованных списков.** Нумерованные и маркированные списки во всей работе должны быть единообразными. Для маркированных списков используются одни и те же маркеры, выбран единый стиль правил написания (пунктуация). Для нумерованных списков применяется одинаковая нумерация, выбран единый стиль правил написания (пунктуация). Во всех списках устанавливаются одинаковые отступы до маркера (номера), от маркера (номера) до текста и отступ слева для последующих строк.

**Оформление табличного материала.** Цифровой материал, сопоставление и выявление определённых закономерностей оформляют в виде таблиц. Все таблицы, если их несколько, нумеруются арабскими цифрами в правом верхнем углу, например: «Таблица 1», нумерация сквозная во всей работе. На следующей строке по центру располагается заголовок таблицы. Таблица выполняется на одной странице. Если таблица не умещается на одной странице, то она переносится на другие, при этом заголовок таблицы помещается на первой странице, а на следующих страницах следует повторить шапку таблицы. Текст в таблице и подписи к ней имеют размер шрифта 12 пт, межстрочный интервал в тексте таблицы – одинарный.

**Оформление иллюстраций.** Иллюстрации (рисунки, графики, диаграммы, эскизы, чертежи и т. д.) располагаются в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Все иллюстрации должны быть пронумерованы (снизу по центру). Нумерация сквозная, через всю работу. Надпись под рисунком: «Рис. 1: Название рисунка», размер шрифта 12 пт. Если иллюстрация в работе единственная, то она не нумеруется. В тексте на иллюстрации делаются ссылки, содержащие порядковые номера, под которыми иллюстрации помещены в курсовой работе. В работе могут быть использованы фотоиллюстрации, сделанные автором самостоятельно. Они могут быть представлены в качестве приложения к курсовой работе, так же как и цифровые, табличные и прочие иллюстрированные материалы.

**Оформление формул.** Формулы, на которые необходимо обратить внимание, выделяются из текста в отдельную строку, располагаются по центру. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов приводится непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Если формулу необходимо пронумеровать, то номер выравняется по правому краю, нумерация сквозная.

**Оформление списка использованных источников.** Все источники, приведённые в списке, располагаются в едином алфавитном порядке. Основное условие правильного составления списка использованных источников – единообразное оформление и соблюдение государственных требований, предъявляемых к печати научных публикаций (ГОСТ Р 7.0.5-2008).

**Оформление приложений.** Все приложения, если их несколько, нумеруются арабскими цифрами в правом верхнем углу, записываются прописными буквами, полужирным шрифтом, размер 12 пт, например: «Приложение 1». Далее на следующей строке по правому краю располагается заголовок приложения, строчными буквами, полужирным шрифтом, размер 12 пт. Если приложение не уместится на одной странице, то оно переносится на другие, на следующих страницах следует повторить шапку приложения (номер, заголовок). Текст во всех приложениях имеет размер шрифта 12 пт, межстрочный интервал – одинарный.

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)**

Факультет \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_

Фамилия Имя Отчество

---

*название курсовой работы*

Курсовая работа выполнена в рамках изучения дисциплины  
«Дифференциальные уравнения»

Направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика,  
профиль – Программирование и искусственный интеллект

Научный руководитель: \_\_\_\_\_

**Ф.И.О**

---

*ученая степень, звание, должность*