

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 02 » марта 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Дифференциальные уравнения  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Фотоника и оптоинформатика (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Освоение студентами основных методов математического аппарата, необходимого для изучения общетеоретических и специальных дисциплин; развитие логического и алгоритмического мышления; повышение общей математической культуры; формирование навыков формализации моделей реальных процессов.

Формирование знаний в области дифференциального и интегрального исчисления и дифференциальных уравнений.

Формирование умений использовать математический язык и математическую символику при решении практических задач; использовать математические методы и модели при решении профессиональных задач; решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам.

Формирование навыков использования математического аппарата, необходимого для изучения других фундаментальных дисциплин, спецкурсов, а также для работы с современной научно-технической литературой; применения методов математического анализа и методов решения дифференциальных уравнений при решении профессиональных задач.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Математические объекты: функции одной и нескольких переменных, дифференциальные уравнения первого и высших порядков, системы дифференциальных уравнений.

Операции над объектами и характеристики объектов: дифференцирование и интегрирование.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1опк-1	Знает методы решения дифференциальных уравнений, имеющих применение в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием систем фотоники и оптоинформатики.	Знает естественнонаучные и общепрофессиональные подходы, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики.	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-2опк-1	Умеет применять методы решения дифференциальных уравнений, имеющих применение в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием систем фотоники и оптоинформатики.	Умеет применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики.	Тест
ОПК-1	ИД-3опк-1	Владеет способностью применять методы решения дифференциальных уравнений, имеющих применение в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием систем фотоники и оптоинформатики.	Владеет способностью применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики.	Отчёт по практическому занятию

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				
Дифференциальные уравнения 1 порядка	6	0	8	30
Тема 1. Дифференциальные уравнения. ДУ 1-го порядка. Общее и частное решения. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения. Уравнения с разделяющимися переменными, однородных ДУ 1-го порядка, уравнения, приводящиеся к однородным. Уравнения в полных дифференциалах. Тема 2. Линейные ДУ 1-го порядка. Метод Лагранжа. Метод Бернулли. Метод Эйлера. Уравнения Бернулли. Методы решения.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Дифференциальные уравнения высших порядков	10	0	10	42
Тема 3. Уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка. Методы решения. Линейные однородные ДУ второго порядка. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского. Структура общего решения. Тема 4. Интегрирование линейных однородных ДУ 2-го порядка с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные ДУ 2-го порядка. Структура общего решения. Нахождение частного решения линейного неоднородного ДУ. Метод вариации произвольных постоянных. Линейные неоднородные ДУ 2-го порядка с правой частью специального вида. Системы дифференциальных уравнений.				
ИТОГО по 2-му семестру	16	0	18	72
ИТОГО по дисциплине	16	0	18	72

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Уравнения с разделяющимися переменными.
2	Однородные ДУ 1-го порядка. Уравнения, приводящиеся к однородным. Уравнения в полных дифференциалах.
3	Линейные ДУ 1-го порядка. Метод Лагранжа. Метод Бернулли. Метод Эйлера. Уравнения Бернулли. Методы решения.
4	Решение уравнений 1 порядка. Контрольная работа 1.
5	Уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка.
6	Линейные однородные ДУ второго порядка с постоянными коэффициентами.
7	Линейные неоднородные ДУ 2-го порядка. Нахождение частного решения линейного неоднородного ДУ. Метод вариации произвольных постоянных.
8	Линейные неоднородные ДУ 2-го порядка с правой частью специального вида.
9	Решение систем ДУ. Контрольная работа 2.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, тренинги.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного. - Москва: , Дрофа, 2004. - (Высшая математика : учебник для вузов : в 3 т.; Т.3).	41
2	Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям / А.Ф. Филиппов. - М. Ижевск: Регуляр. и хаотическая динамика, 2005.	8
3	Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям / А.Ф. Филиппов. - М.: Интеграл-Пресс, 1998.	85
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		

1	Матвеев Н. М. Сборник задач и упражнений по обыкновенным дифференциальным уравнениям : учебное пособие / Н. М. Матвеев. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2002.	49
2	Степанов В. В. Курс дифференциальных уравнений : учебник для вузов / В. В. Степанов. - Москва: КомКнига, 2006.	21
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Смышляева Т. В. Математика. Дифференциальные уравнения : учебное пособие для вузов / Т. В. Смышляева, Е. Ю. Рекка, О. А. Федосеева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	90

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Перов А. А. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальные уравнения с частными производными в приложениях : учебное пособие / Перов А. А. - Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2018.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK144821">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK144821</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Смышляева Т. В. Математика. Дифференциальные уравнения : учебное пособие для вузов / Т. В. Смышляева, Е. Ю. Рекка, О. А. Федосеева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4012">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4012</a>	локальная сеть; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	доска	1
Практическое занятие	доска	1

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ  
«Дифференциальные уравнения»  
основной образовательной программы высшего образования – программы  
академической бакалавриата**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
*Приложение к рабочей программе дисциплины***

**Направление подготовки:** 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Фотоника и оптоинформатика

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Общая физика

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 1

**Семестр:** 2

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 2 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный		Итоговый	
	ТО	РТ	КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>					
3.1 знать основные виды дифференциальных уравнений 1 порядка	ТО1		КР1		ТВ
3.2 знать основные виды дифференциальных уравнений высших порядков	ТО2		КР2		ТВ
<b>Освоенные умения</b>					
У.1 уметь находить общие решения дифференциальных уравнений 1 порядка, решение задачи Коши		РТ1	КР1		ПЗ
У.2 уметь находить общие решения дифференциальных уравнений высших порядков		РТ2	КР2		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>					
В.1 владеть методами решения дифференциальных уравнений 1 порядка					КЗ
В.2 владеть методами решения дифференциальных уравнений высших порядков					КЗ

*ТО – теоретический опрос; РТ/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с

Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

#### **Типовые вопросы:**

1. Дифференциальные уравнения: определение, решение ДУ, задача Коши.
2. Виды дифференциальных уравнений первого порядка.
3. Дифференциальные уравнения высших порядков: определение, решение, задача Коши.
4. Уравнения, допускающие понижение порядка.

5. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков: определение, теоремы о решениях.
6. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков: определение, линейно-независимые решения, определитель Вронского, ФСР.
7. Теорема о структуре общего решения линейного однородного ДУ 1-го порядка.
8. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения 2-го порядка: теорема о структуре общего решения ЛНДУ (с доказательством), теорема о наложении решений.
9. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида.
10. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

## 2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений табл. 1.1) проводится в форме тестирования и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### 2.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

#### Типовые задания первой КР:

Определить тип уравнения и найти его общее решение:

$$1. \quad y' + \frac{y}{x} - y^2 \frac{\ln x}{x} = 0$$

$$2. \quad \frac{xy' - y}{x} = \operatorname{tg} \frac{y}{x}$$

$$3. \quad xy' = -\frac{2x-1}{3y}$$

$$4. \quad y(6x + y^2)dx + x(3x + 3y^2)dy = 0$$

Решить задачу Коши:

$$5. \quad e^{\sin x}(y' + y \cos x) = 1, \quad y(0) = 1$$

#### Типовые задания второй КР:

Понизить порядок и решить уравнение ( $k$  - номер варианта):

$$1. \quad x \cdot y''' - ky'' = 0.$$

$$2. \quad (y')^2 + \frac{1}{k} yu'' = 0.$$

Найти решение задачи Коши:

$$3. \quad 2y'' - 7y' + 3y = 0, \quad y(0) = 2, \quad y'(0) = 6.$$

Найти общее решение уравнения:

$$4. \quad y''' + 2y'' - 3y' = 11 + 42x - 27x^2$$

Записать вид частного решения неоднородного уравнения:

$$5. \quad y'' + y' - 2y = (x+1)e^x - 3\cos 2x.$$

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Дифференциальные уравнения: определение, решение ДУ, задача Коши.
2. Дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными и однородные (определение, метод решения).
3. Дифференциальные уравнения первого порядка: линейные (определение, метод Лагранжа)
4. Дифференциальные уравнения первого порядка: линейные (определение, метод Бернулли).
5. Дифференциальные уравнения первого порядка: линейные (определение, метод Эйлера).
6. Дифференциальные уравнения первого порядка: Я. Бернулли (определение, метод решения).
7. Дифференциальные уравнения первого порядка: в полных дифференциалах (определение, метод решения).
8. Дифференциальные уравнения высших порядков: определение, решение, задача Коши.
9. Уравнения, допускающие понижение порядка.
10. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков: определение, теоремы о решениях.
11. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков: определение, линейно-независимые решения, определитель Вронского, ФСР.
12. Теорема о структуре общего решения линейного однородного ДУ 1-го порядка (с доказательством).
13. Линейные однородные дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами.

14. Линейные однородные дифференциальные уравнения  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами.
15. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения 2: теорема о структуре общего решения ЛНДУ (с доказательством), теорема о наложении решений.
16. Метод вариации произвольных постоянных (с выводом).
17. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида  $f(x) = P_n(x) \cdot e^{\alpha x}$ .
18. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида  $f(x) = e^{\alpha x} [P_n(x) \cos \beta x + Q_m(x) \sin \beta x]$ .
19. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Определить тип уравнения 1-го порядка и решить:  $y' + y \cos x = \cos x$ .
2. Определить вид уравнения и указать метод его решения:  $yy'' + (y')^2 = 1$ .

**Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Найти уравнение кривой, проходящей через начало координат, тангенс наклона которой в каждой точке равен  $\frac{\sqrt{1-y^2}}{1+x^2}$ .
2. Определить и записать структуру общего решения линейного неоднородного ДУ по виду функции  $f(x)$ .
 

$y'' + 3y' - 4y = f(x)$	а) $f(x) = 6xe^{-x}$ ;
	б) $f(x) = x^2 \sin 2x$ .

*Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.