

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

« 03 » марта 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Математика, специальные главы  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 19.03.01 Биотехнология  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Биотехнология (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование у студентов знаний, умений и навыков решения дифференциальных уравнений, составления моделей.  
Формирование умений применить изученные теории к выяснению вопросов существования решений и нахождения их.  
Изучение основ дифференциальных уравнений (простейшие типы уравнений, линейные уравнения, системы дифференциальных уравнений, теоремы существования дифференциальных уравнений).  
Формирование навыков решения основных дифференциальных уравнений.  
Формирование умений применять полученные знания при решении прикладных задач для изучения и анализа биологических объектов в реальных процессах.  
Формирование умения использовать систему знаний дисциплины для математического моделирования биотехнологических процессов.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Математические объекты (дифференциальные уравнения, системы дифференциальных уравнений).  
Операции над объектами и характеристики объектов (дифференцирование, 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	Знать основные методы теории дифференциальных уравнений применительно к процессам с участием биообъектов.	Знает основные методы и способы изучения и анализа биологических объектов, области их использования; основные математические, физические, химические, биологические законы и закономерности применительно к биообъектам и процессам.	Зачет

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	Уметь использовать для изучения и анализа конкретных видов биологических объектов в реальных процессах и превращениях знания математических законов, закономерностей и их взаимосвязей, методов решения дифференциальных уравнений и систем.	Умеет изучать, анализировать и использовать конкретные виды биологических объектов в реальных процессах и превращениях; использовать для анализа знания математических, физических, химических, биологических законов, закономерностей и их взаимосвязей.	Расчетно-графическая работа
ОПК-1	ИД-3опк-1	Владеть методиками и методами теории дифференциальных уравнений для изучения процессов с участием биологических объектов	Владеет способностью изучать и анализировать основные типы биологических объектов, использовать их в отдельных процессах и превращениях; владеет методиками и методами, основанными на математических, физических, химических, биологических законах и закономерностях как для изучения самих биологических объектов, так и для процессов с их участием.	Расчетно-графическая работа
ОПК-6	ИД-1опк-6	Знать цели и задачи проводимых исследований; знать методы решения дифференциальных уравнений и систем, используемых в физике, физической химии для проведения экспериментальных исследований.	Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы проведения экспериментальных исследований, основанные на закономерностях физики, химии, физической химии, биологии и микробиологии методы статистического анализа и обработки результатов эксперимента.	Зачет
ОПК-6	ИД-2опк-6	Уметь применять в исследованиях биотехнологических процессов методы теории дифференциальных уравнений; формулировать выводы по полученным	Умеет планировать и проводить исследования биотехнологических процессов с использованием экспериментальных физических, физико-химических, химических,	Расчетно-графическая работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		решениям.	биохимических, микробиологических методов; осуществлять статистическую обработку результатов экспериментов; формулировать выводы и заключения по проведенным экспериментам.	
ОПК-6	ИД-3опк-6	Владеть навыками решения и исследования решений дифференциальных уравнений и их систем, задающих биотехнологические процессы, анализа полученных решений.	Владеет навыками проведения экспериментальных исследований биотехнологических процессов; обработки и анализа полученных экспериментальных данных; составления отчетов по теме или по результатам проведенных экспериментов.	Контрольная работа

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
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)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

#### 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
4-й семестр				
Дифференциальные уравнения первого порядка	6	0	10	24
Дифференциальные уравнения 1-го порядка: Основные понятия. Краевые и начальные задачи. Принципы составления обыкновенных дифференциальных уравнений 1 порядка. Поле направлений, изоклины. Уравнения с разделяющимися переменными, линейные уравнения, уравнения Бернулли, однородные и сводящиеся к однородным, уравнения Риккати. Теорема существования и единственности для уравнений. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Уравнения неразрешенные относительно производной. Уравнения Клеро и Лагранжа. Особые решения.				
Дифференциальные уравнения высших порядков	6	0	10	24
Уравнения, допускающие понижение порядка: Задача Коши. Теорема существования и единственности. Уравнения допускающие понижения порядка. Линейные дифференциальные уравнения: Линейные уравнения n-го порядка. Линейные однородные уравнения. Линейная зависимость решений. Определитель Вронского. Формула Остроградского - Лиувилля. Линейные неоднородные уравнения. Теорема об общем решении. Метод вариации произвольных постоянных для линейных неоднородных уравнений n -го порядка. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами: Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Общее решение линейных неоднородных уравнений.				
Системы дифференциальных уравнений	4	0	7	15
Системы дифференциальных уравнений: Системы дифференциальных уравнений. Теорема существования и единственности. Общее решение. Системы линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Системы в симметричной форме. Метод Эйлера. Метод вариации произвольных постоянных. Теория устойчивости: Устойчивость по Ляпунову. Критерий Рауса - Гурвица. Метод функций Ляпунова. Основные теоремы.				
ИТОГО по 4-му семестру	16	0	27	63
ИТОГО по дисциплине	16	0	27	63

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Уравнения с разделяющимися переменными и приводимые к ним линейной заменой. Однородные уравнения. Уравнения, приводящиеся к однородным. Обобщенные однородные уравнения
2	Линейные уравнения первого порядка. Уравнение Бернулли. Уравнение Риккати.
3	Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.
4	Уравнения первого порядка неразрешенные относительно производной. Нахождение особых решений. Уравнения Лагранжа и Клеро.
5	Контрольная работа.
6	Уравнения, допускающие понижения порядка.
7	Линейные уравнения с переменными коэффициентами. Формула Остроградского - Лиувилля.
8	Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами.
9	Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод вариации произвольных постоянных.
10	Контрольная работа.
11	Метод Даламбера. Метод исключения. Системы в симметричной форме.
12	Метод вариации произвольных постоянных. Метод Эйлера.
13	Классификация точек покоя. Устойчивость по первому приближению.
14	Критерий Рауса - Гурвица. Метод функций Ляпунова.

## 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: закрепление основ теоретических знаний; применение знаний отдельных дисциплин для решения поставленных задач и принятия решений; применение полученных знаний для решения профессиональных задач.

## 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 (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) 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	Степанов В. В. Курс дифференциальных уравнений : учебник для вузов / В. В. Степанов. - М.: Едиториал УРСС, 2004.	26
3	Степанов В. В. Курс дифференциальных уравнений : учебник для вузов / В. В. Степанов. - Москва: КомКнига, 2006.	21
<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	Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям / А.Ф. Филиппов. - М. Ижевск: Регуляр. и хаотическая динамика, 2005.	8
<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-BOOK-144821">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK-144821</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Югова, Н. В. Высшая математика. Дифференциальные уравнения : учебно-методическое пособие / Н. В. Югова. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks99175">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks99175</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	Windows 10 (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

## 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>



Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**Математика, специальные главы**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 19.03.01 «Биотехнология»

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Биотехнология (общий профиль, СУОС)

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Химия и биотехнология

**Форма обучения:** Очная

**Курс: 2**

**Семестр: 4**

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачет: 4 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** 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 (4-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (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 расчетно-графической работе и зачета. 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
	С	ТО	РГР	КР	Зачет
<b>Усвоенные знания</b>					
3.1-Знать цели и задачи проводимых исследований		ТО			ТВ
3.2-Знать методы решения дифференциальных уравнений и систем, используемых в физике, физической химии для проведения экспериментальных исследований		ТО			ТВ
3.3-Знать основные методы теории дифференциальных уравнений применительно к процессам с участие биообъектов		ТО			ТВ
<b>Освоенные умения</b>					
У.1- Уметь использовать для изучения и анализа конкретных видов биологических объектов в реальных процессах и превращениях математических законов, закономерностей и их взаимосвязей, методов решения дифференциальных уравнений и их систем		ТО	РГР		ПЗ

У.2- Уметь применять в исследованиях биотехнологических процессов методы теории дифференциальных уравнений, формулировать выводы по полученным решениям		ТО	РГР		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>					
В.1- Владеть навыками решения и исследования решений дифференциальных	С			КР	ПЗ
уравнений и их систем, задающих биотехнологические процессы, анализа полученных решений					
В.2 – Владеть методиками и методами теории дифференциальных уравнений для изучения процессов с участием биологических объектов	С		РГР		ПЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; РГР – расчетно-графическая работа.*

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

## **2. 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 обучающихся, 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 обучающегося 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 обучающимися отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного 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**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или 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 для контроля усвоенных знаний:**

1. Дифференциальные уравнения 1-го порядка.
2. Основные понятия. Краевые и начальные задачи.
3. Виды уравнений 1-го порядка, методы их решения.
4. Теорема существования и единственности
5. Дифференциальные уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка.

6. Задача Коши.
7. Линейные уравнения n- го порядка.
8. Линейная зависимость решений.
9. Теорема об общем решении.
10. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами
11. Общее решение линейных неоднородных уравнений.

## **2.2. Рубежный контроль**

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

### **2.2.1. Защита расчетно-графической работы**

Всего запланировано 1 расчетно-графическая работа. Типовые задания расчетно-графической работы приведены.

Защита расчетно-графической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС программы.

#### **Типовые задания расчетно-графической работы:**

Решить дифференциальные уравнения:

$$1. \quad y^2 dx - (xy + x^3) dy = 0$$

$$2. \quad y dx - x dy = 2x^3 \operatorname{tg} \frac{y}{x} dx$$

$$3. \quad x^2 y'' \ln x - xy' + y = 0;$$

$$4. \quad y'' + 2y' + y = 3e^{-x} \sqrt{x+1}.$$

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Рубежный контроль для комплексного оценивания приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме выполнения контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1: «Дифференциальные уравнения первого порядка». Вторая КР по модулю 2: «Дифференциальные уравнения высших порядков».

#### **Типовые задания первой КР:**

$$1. \quad 4x dx - 3y dy = 3x^2 y dy - 2xy^2 dx$$

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

$$3. \quad y' - \frac{y}{x} = x^2, y(1) = 0$$

$$4. \quad y^2 dx + \left( x + e^{\frac{2}{y}} \right) dy = 0$$

$$5. \quad y' + xy = (1+x)e^{-x}y^2, y(0) = 1$$

$$6. \quad 3x^2 e^y dx + (x^3 e^y - 1) dy = 0$$

**Типовые задания второй КР:**

$$1. \quad y''' x \ln x = y$$

$$2. \quad 4y^3 y'' = y^4 - 1, y(0) = \sqrt{2}, y'(0) = \frac{1}{2\sqrt{2}}$$

$$3. \quad y'' - 2y' + y = -12 \cos 2x - 9 \sin 2x, y(0) = -2, y'(0) = 0$$

$$4. \quad y''' + 3y'' + 2y' = 1 - x^2$$

$$5. \quad y'' + \pi^2 y = \frac{\pi^2}{\cos \pi x}, y(0) = 3, y'(0) = 0$$

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

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту – расчетно-графическая работа.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

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

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача расчетно-графической работы и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания 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.

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы:**

1. Дифференциальные уравнения 1-го порядка.
2. Дифференциальные уравнения высших порядков.
3. Системы дифференциальных уравнений.

###### **Типовые практические задания:**

1. Найти решение задачи Коши  $y' - \frac{y}{x} = x^2$ ,  $y(1) = 0$ .
2. Найти общее решение дифференциального уравнения  $y''' + 3y'' + 2y' = 1 - x^2$ .
3. Решить систему дифференциальных уравнений  $\begin{cases} x' = 2x + y \\ y' = 3x + 4y \end{cases}$ .

##### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

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

Оценка за компоненту «владеть» в промежуточной аттестации выставляется в форме интегральной оценки приобретенных владений, полученной по результатам текущего и рубежного контроля. Интегральная оценка приобретенных владений, полученная по результатам текущего и рубежного контроля, заносится в оценочный лист и используется при получении итоговой оценки уровня сформированности компетенций.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче дифференцируемого зачета для компонентов *знать* и *уметь* приведены в общей части ФОС 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 зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

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 зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.