

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

« 22 » мая 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Математические методы в инженерии  
(наименование)

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

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

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

**Направление подготовки:** 15.04.02 Технологические машины и оборудование  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Машины, аппараты химических производств и  
нефтегазопереработки  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков самостоятельного использования математического аппарата для решения инженерно-технических задач в области химической технологии и нефтегазопереработки.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение совокупности методологических и методических знаний по использованию математических методов решения инженерных задач; способов численного решения дифференциальных уравнений и определённых интегралов; способов оценки полученных решений с помощью методов математической статистики; способов аппроксимации точечных данных; методических и нормативных документов нефтехимической отрасли.
- формирование умений составлять математическое модели процессов химических производств и нефтегазопереработки в виде дифференциальных уравнений; осуществлять численное решение дифференциальных уравнений и определённых интегралов с помощью компьютера; выполнять статистическую оценку полученных результатов; аппроксимировать точечные данные; разрабатывать методические документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ;
- формирование навыков математической формализации прикладных задач; численного решения прикладных задач с помощью компьютера; проверки на адекватность математических моделей процессов химических производств и нефтегазопереработки; аппроксимации точечных данных; разработки методических документов, предложений и проведения мероприятий по реализации разработанных проектов и программ.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- процессы и аппараты химической технологии как объекты математического моделирования;
- методики инженерных расчётов отраслевого применения;
- методы численного решения дифференциальных уравнений;
- методы численного решения определённых интегралов;
- методы математической статистики;
- методы аппроксимации графических и экспериментальных зависимостей.

### 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-5	ИД-1ОПК-5	Знает основные аналитические и численные методы решения задач при разработке технологических машин и оборудования отрасли	Знает основные аналитические и численные методы решения задач при разработке технологических машин и оборудования отрасли	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-5	ИД-2ОПК-5	Умеет выбирать математический аппарат и средства для разработки математических моделей оборудования и технологических процессов.	Умеет выбирать математический аппарат и средства для разработки математических моделей оборудования и технологических процессов.	Экзамен
ОПК-5	ИД-3ОПК-5	Владеет навыками разработки современного оборудования на основе математического моделирования машин и технологических процессов.	Владеет навыками разработки современного оборудования на основе математического моделирования машин и технологических процессов.	Экзамен

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	42	42	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	6	6	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	32	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	66	66	
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
1-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Введение	0	0	0	0
Задачи дисциплины в процессе подготовки магистров по профилю «Машины, аппараты химических производств и нефтегазопереработки». Основные термины и определения.				
Составление и решение дифференциальных уравнений нефтехимических процессов.	3	0	16	32
Тема 1. Составление и решение дифференциальных уравнений для систем газ – твёрдое. Анализ сил, действующих на твёрдые частицы во взвешенном слое дисперсного материала. Получение дифференциального уравнения движения частиц в восходящем потоке газа. Численное решение дифференциального уравнения методом Рунге-Кутты. Тема 2. Составление и решение дифференциальных уравнений для процессов теплообмена. Составление системы дифференциальных уравнений, описывающих процесс теплопередачи в теплообменнике типа труба в трубе на основе модели идеального вытеснения. Численное решение системы дифференциальных уравнений методом Эйлера.				
Решение прикладных задач нефтехимии с помощью методов численного интегрирования.	1	0	6	12
Тема 3. Расчёт моментов С-кривой методами численного интегрирования. Понятие С-кривой и её практическое применение. Моменты С-кривой и их физический смысл. Определение моментов С-кривой методами численного интегрирования по формуле Симпсона.				
Аппроксимация точечных данных и их оценка методами математической статистики.	1	0	6	16
Тема 4. Аппроксимация точечных данных. Что такое аппроксимация и её практическое назначение. Программное обеспечение для осуществления аппроксимации и примеры его использования. Тема 5. Оценка качества аппроксимации методами математической статистики. Основные понятия и определения математической статистики. Коэффициент корреляции. Критерий Фишера. Оценка адекватности аппроксимирующих зависимостей по критерию Фишера.				
Методические и нормативные документы, предложения, проекты и программы нефтехимической отрасли.	1	0	4	6
Тема 6. Методическая и нормативная				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
документация, предложения, проекты и программы. Виды и практическое назначение методической и нормативной документации отрасли. Принципы разработки методической и нормативной документации. Виды и практическое назначение проектов и программ отрасли. Принципы разработки методической и нормативной документации.				
ИТОГО по 1-му семестру	6	0	32	66
ИТОГО по дисциплине	6	0	32	66

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Решение дифференциального уравнения, описывающего движение частицы в потоке газа.
2	Решение системы дифференциальных уравнений, описывающих процесс теплообмена в теплообменнике типа труба в трубе.
3	Расчёт моментов С-кривой методами численного интегрирования.
4	Аппроксимация динамики коррозионно-эрозионного износа по результатам измерения толщины стенки сосудов и трубопроводов.
5	Оценка качества аппроксимации методами математической статистики.
6	Разработка методической документации.

## 5. Организационно-педагогические условия

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

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления 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.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 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, лабораторным работам 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	Буренок В. М. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем : справочное издание / В. М. Буренок, В. Г. Найдёнов, В. И. Поляков. - Москва: Машиностроение, 2011.	2

2	Грешилов А.А. Математические методы принятия решений : учебное пособие для вузов / А.А. Грешилов. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.	8
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Гармаш А. Н. Математические методы в управлении : учебное пособие для вузов / А. Н. Гармаш, И. В. Орлова. - Москва: ИНФРА-М, Вузовский учебник, 2013.	3
2	Гнеденко Б. В. Математические методы в теории надежности. Основные характеристики надежности и их статистический анализ / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. - Москва: УРСС, Либроком, 2013.	2
3	Кафаров В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для академического бакалавриата / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. - Москва: Юрайт, 2019.	2
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Прикладная информатика : научно-практический журнал / Маркет ДС Корпорейшн. - Москва: Маркет ДС Корпорейшн, 1992 - .	1
2	Теоретические основы химической технологии : журнал / Российская академия наук. Отделение химии и науки о минералах. - Москва: Наука, 1967 - .	1
3	Химическое и нефтегазовое машиностроение : международный научно-технический и производственный журнал / Российская инженерная академия; Газпром; Московский государственный университет инженерной экологии. - Москва: Изд-во МГУИЭ, 1932 - .	1
<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>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	А.А. Туганбаев, В.Г. Крупин. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]: учеб. пособие - СПб.: Лань, 2011. - 320 с.	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=652">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=652</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
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
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
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>
Электронно-библиотечная система ЮРАЙТ	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Проектор, экран, компьютер	1
Практическое занятие	Компьютер	10

### **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  
«Математические методы в инженерии»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
<b>Направленность (профиль):</b>	Машины, аппараты химических производств и нефтегазопереработки
<b>Квалификация выпускника:</b>	Магистр
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Оборудование и автоматизация химических производств
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс: 1</b>	<b>Семестр: 1</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	Экзамен: 1 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 (1-го семестра учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. Во всех модулях – «Составление и решение дифференциальных уравнений нефтехимических процессов», «Решение прикладных задач нефтехимии с помощью методов численного интегрирования», «Аппроксимация точечных данных и их оценка методами математической статистики», «Методические и нормативные документы, предложения, проекты и программы нефтехимической отрасли» 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 по дисциплине (табл. 1.1).

Таблица 1.1 Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	ТК		ПК		Экзамен
	С	ТО	ПЗ	ТВ	
В результате освоения дисциплины студент:					
<b>Знает:</b>					
– основные типы дифференциальных уравнений	С				ТВ
– основные методы численного решения дифференциальных уравнений;		ТО			ТВ
– основные методы численного решения определённых интегралов;		ТО			ТВ
– методы оценки математических моделей на адекватность;		ТО			ТВ
– методическую и нормативную документацию отраслевого назначения;		ТО			ТВ
<b>Умеет:</b>					
– осуществлять формализацию прикладных задач;			ПЗ	ТВ	ПЗ
– получать дифференциальные уравнения, описывающие основные закономерности протекания процессов химических производств;			ПЗ	ТВ	ПЗ
– использовать для решения дифференциальных уравнений и определённых интегралов вычислительную технику;			ПЗ	ТВ	ПЗ
– осуществлять статистическую оценку полученных дифференциальных уравнений;			ПЗ	ТВ	ПЗ
– разрабатывать методические документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ;			ПЗ	ТВ	ПЗ
<b>Владеет:</b>			ПЗ	ТВ	
– навыками получения дифференциальных уравнений описания процессов химических производств и нефтегазопереработки;			ПЗ	ТВ	КЗ
– основными методами решения дифференциальных уравнений;			ПЗ	ТВ	КЗ
– основными методами решения определённых интегралов;			ПЗ	ТВ	КЗ
– навыками оценки адекватности полученных дифференциальных уравнений;			ПЗ	ТВ	КЗ
– навыками численного решения дифференциальных уравнений с применением вычислительной техники;			ПЗ	ТВ	КЗ
– навыками проведения мероприятий по реализации разработанных проектов и программ.			ПЗ	ТВ	КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ТВ – теоретический вопрос;

*ПЗ – практическое задание к практическим занятиям или зачёту; КЗ – комплексное задание зачёта.*

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретённых владений осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчётов лабораторных работ и экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учётом результатов текущего и промежуточного 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 обучаемых, повышение мотивации к учёбе 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 отчётов 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 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.

### **2.2. Рубежный контроль**

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

### **2.2.1. Защита практических заданий**

Всего запланировано 6 практических заданий. Типовые темы заданий приведены в РПД.

Защита заданий проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

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

В соответствии с количеством модулей запланировано 4 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Каждая КР проводится по одному из выше указанных модулей.

#### **Типовые вопросы и задания первой КР**

1. Принципы составления дифференциальных уравнений на основе анализа сил, действующих на твёрдые частицы во взвешенном слое дисперсного материала.
2. Принципы составления дифференциальных уравнений для расчёта тепло-массообменных процессов.
3. Составить алгоритм решения дифференциального уравнения движения частиц в восходящем потоке газа.
4. Составить систему дифференциальных уравнений для расчёта процесса теплопередачи в теплообменнике типа труба в трубе.

#### **Типовые вопросы и задания второй КР**

1. Методы численного интегрирования, формула Симпсона.
2. Составить алгоритм определения моментов С-кривой методами численного интегрирования.

#### **Типовые вопросы и задания третьей КР**

1. Основные понятия и определения математической статистики.
2. Коэффициент корреляции. Критерий Фишера.

#### **Типовые вопросы и задания четвёртой КР**

1. Виды и практическое назначение методической и нормативной документации отрасли.
2. Виды и практическое назначение проектов и программ отрасли.
3. Принципы разработки методической и нормативной документации.
4. Осуществление планов мероприятий по реализации разработанных проектов и программ.

### **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 усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретённых 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 по дисциплине**

Типовые вопросы для **контроля усвоенных знаний:**

1. Принципы составления дифференциальных уравнений гидродинамических процессов.

2. Принципы составления дифференциальных уравнений для расчёта тепло-массообменных процессов.

3. Методы численного интегрирования, формула Симпсона.

4. Основные понятия и определения математической статистики. Коэффициент корреляции. Критерий Фишера.

5. Виды и практическое назначение методической и нормативной документации отрасли.

6. Виды и практическое назначение проектов и программ отрасли.

7. Принципы разработки методической и нормативной документации.

Типовые вопросы для **контроля усвоенных умений:**

1. Составление алгоритма решения дифференциального уравнения движения частиц в восходящем потоке газа.

2. Составление системы дифференциальных уравнений для расчёта процесса теплопередачи в теплообменнике типа труба в трубе.

3. Составление систем дифференциальных уравнений для расчёта процессов массообмена.

4. Составление алгоритма определения моментов С-кривой методами численного интегрирования.

5. Составлять планы мероприятий по реализации разработанных проектов и программ.

Типовые вопросы для **контроля приобретённых владений:**

1. Численное решение дифференциальных уравнений движения дисперсных частиц.

2. Численное решение дифференциальных уравнений тепло-массообмена.

3. Определение моментов С-кривой с помощью методов численного интегрирования.

4. Осуществление планов мероприятий по реализации разработанных проектов и программ.

### **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 учётом 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, приведённые в общей части ФОС образовательной программы.

Пример билета для экзамена

<p>МИНОБРНАУКИ РОССИИ ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ)</p>	<p>15.04.02 «Технологические машины и оборудование»</p>
	<p>Кафедра</p>
	<p><i>«Оборудование и автоматизация химических производств»</i></p>
	<p>Дисциплина</p>
	<p><i>Математические методы в инженерии</i></p>
<p>БИЛЕТ № __</p>	
<p>1. Принципы составления дифференциальных уравнений гидродинамических процессов.</p> <p>2. Составить систему дифференциальных уравнений для расчёта процесса теплопередачи в теплообменнике типа труба в трубе.</p> <p>3. По заданным исходным данным определить моменты С-кривой с помощью методов численного интегрирования.</p>	
<p>Составитель</p>	<p>_____ Е.Р. Мошев (подпись)</p>
<p>Заведующий кафедрой</p>	<p>_____ Е.Р. Мошев (подпись)</p>
<p>«__» _____ 20 г.</p>	