

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

« 25 » мая 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Системный анализ процессов нефтехимии  
(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 осуществления системного анализа объектов химической технологии и нефтехимии.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Задачи учебной дисциплины:

формирование совокупности методологических и методических знаний по основам системного анализа технологических систем, а также их объектов;

формирование умений анализировать и систематизировать: техническую документацию; схемы производственных процессов; конструкции химико-технологического и нефтегазоперерабатывающего оборудования.

формирование навыков структурирования и формализации результатов системного анализа; расчёта характеристик технологических схем химико-технологических и нефтехимических процессов.

### 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
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	Знает: - основные принципы системного анализа; - основные понятия и определения, используемые в системном анализе (технологическая система, элемент системы, характеристики системы, анализ, синтез, оптимизация); - технологические операторы и правила их использования при построении схем технологических процессов.	Знает правила построения топологических моделей и основные положения системного анализа химических процессов и оборудования, классификацию и характеристики гетерогенных систем, основные теоретические положения экстракционных процессов.	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- описывать иерархическую структуру химических производств;</li> <li>- создавать с помощью графов и матриц топологические модели оборудования;</li> <li>- осуществлять построение технологических схем с помощью технологических операторов;</li> <li>- составлять и решать уравнения материальных и тепловых балансов технологических установок.</li> </ul>	<p>Умеет описывать иерархическую структуру химических производств и топологическую модель оборудования, выполнять технологические расчеты разделения гетерогенных систем и процессов экстракции и выбирать оптимальное оборудование для проведения этих процессов.</p>	Экзамен
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	<p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- описания структуры производства и технологических схем с помощью технологических операторов;</li> <li>- анализа конструкционных схем оборудования;</li> <li>- расчёта потоковых характеристик технологических схем.</li> </ul>	<p>Владеет навыками описания структуры производства и технологических схем с помощью технологических операторов, расчета и выбора оптимальных экстракционных аппаратов и оборудования для разделения гетерогенных систем.</p>	Экзамен

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	38	38	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	9	9	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	25	25	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	70	70	
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
3-й семестр				
Введение	1	0	0	1
Понятия системный анализ и химико-технологическая система. Задачи системного анализа процессов нефтехимии. Основополагающие принципы системного анализа: представление объекта как системы; исследование объекта как системы; оптимальности; системности; иерархии; интеграции; формализации; развития; функциональности; конечной цели.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Анализ конструкционных схем оборудования нефтегазопереработки	4	0	10	30
Тема 1. Графы и матрицы как средство структурного анализа нефтехимических систем. Понятие неориентированного графа. Свойства и способы представления неориентированных графов. Геометрия графов. Представление неориентированных графов с помощью матриц смежности. Применение графов для описания иерархических структур нефтехимических агрегатов. Тема 2. Использование графов для построения топологических моделей оборудования. Последовательность описания конструктивной схемы технологического оборудования. Применение графов для описания конструктивных особенностей нефтехимических аппаратов. Построение графов высот и диаметров технологического оборудования. Построение совмещённых графов.				
Анализ и расчёт технологических схем нефтегазопереработки	2	0	10	20
Тема 3. Понятие элемента химико-технологической системы (ХТС). Виды технологических операторов. Элемент ХТС и его характеристики. Схема элемента ХТС как объекта исследования. Технологические операторы и их классификация. Представление технологических схем с помощью технологических операторов. Тема 4. Расчёт технологических схем нефтегазопереработки. Задачи, решаемые при проектировании ХТС. Интегральные и декомпозиционные методы расчёта материальных и тепловых балансов. Способы задания исходных данных при расчёте параметров состояния потоков ХТС. Реализация стратегии системного анализа в диалоговом режиме «человек-ЭВМ».				
Основы экспертизы технической документации химического и нефтехимического оборудования.	2	0	5	19
Тема 5. Виды технической документации. Проектная, монтажная и эксплуатационная документация по оборудованию. Нормативно-техническая документация. Тема 6. Порядок проведения экспертизы технической документации. Взаимосвязи между технологическими характеристиками рабочих сред, конструктивными характеристиками оборудования и элементов оборудования. Проверка				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
правильности выбора характеристик оборудования: группа и категория; материал изготовления элементов; технология изготовления элементов.				
ИТОГО по 3-му семестру	9	0	25	70
ИТОГО по дисциплине	9	0	25	70

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Построение с помощью графов иерархических структур химических агрегатов.
2	Построение графов высот и диаметров оборудования. Построение совмещённых графов.
3	Использование технологических операторов для описания технологических схем.
4	Расчёт технологических схем.
5	Анализ структуры технической документации.
6	Проведение экспертизы технической 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.

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	Деменков Н. П. Управление техническими системами : учебник для вузов / Н. П. Деменков, Г. Н. Васильев. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013.	6
2	Кафаров В. В. Анализ и синтез химико-технологических систем : учебник для вузов / В. В. Кафаров, В. П. Мешалкин. - Москва: Химия, 1991.	17
3	Кафаров В. В. Проектирование и расчет оптимальных систем технологических трубопроводов / В. В. Кафаров, В. П. Мешалкин. - Москва: Химия, 1991.	6
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Кафаров В. В. Системный анализ процессов химической технологии. Топологический принцип формализации / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов. - Москва: Наука, 1979.	5
2	Кафаров В. В. Системный анализ процессов химической технологии: метод нечетких множеств : коллективная монография / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов, Е. П. Марков. - Москва: Юрайт, 2019.	1
3	Кафаров В. В. Системный анализ процессов химической технологии: основы стратегии : коллективная монография / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов. - Москва: Юрайт, 2019.	1
4	Козлов В.Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений : учебное пособие / В.Н. Козлов. - Москва: Проспект, 2010.	1
5	Системный анализ, управление и динамическое моделирование производственного процесса на макроуровне : учебное пособие для вузов / М. Б. Гузаиров [и др.]. - Москва: Машиностроение, 2013.	2
6	Шафранов А. В. Структурный анализ и синтез механизмов : учебное пособие / А. В. Шафранов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	10

<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. В. З. Пойлова ; Под ред. В. Ю. Петрова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 - .	1
2	Прикладная информатика : научно-практический журнал / Маркет ДС Корпорейшн. - Москва: Маркет ДС Корпорейшн, 1992 - .	1
3	Прикладная математика и вопросы управления : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. В. Ю. Столбова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015-.	1
4	Химическая промышленность сегодня : научно-технический журнал / Химпром сегодня; Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева; Институт катализа им. Г. К. Борескова; Агропродмир; Максима. - Москва: Химпром сегодня, 2003 - .	1
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
Не используется		
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Кориков А. М. Теория систем и системный анализ : учебное пособие / А. М. Кориков, С. Н. Павлов. - Москва: ИНФРА-М, 2014.	1
2	Тарасенко Ф. П. Прикладной системный анализ : учебное пособие / Ф. П. Тарасенко. - Москва: КНОРУС, 2015.	15
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Кафаров В. В. Системный анализ процессов химической технологии. Топологический принцип формализации / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов. - Москва: Наука, 1979.	5
2	Кафаров В. В. Системный анализ процессов химической технологии: метод нечетких множеств : коллективная монография / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов, Е. П. Марков. - Москва: Юрайт, 2019.	1
3	Кафаров В. В. Системный анализ процессов химической технологии: основы стратегии : коллективная монография / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов. - Москва: Юрайт, 2019.	1

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Кафаров В. В. Системный анализ процессов химической технологии: метод нечетких множеств : коллективная монография / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов, Е. П. Марков. - Москва: Юрайт, 2019.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks224204">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks224204</a>	сеть Интернет; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Л. В. Таранова Системный анализ процессов химической технологии и нефтегазопереработки : Учебное пособие / Л. В. Таранова. - Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2017.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks88631">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks88631</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Шафранов А. В. Структурный анализ и синтез механизмов : учебное пособие / А. В. Шафранов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3488">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3488</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Э. Д. Иванчина, Е. С. Чернякова, Н. С. Белинская, Е. Н. Ивашкина Системный анализ процессов и аппаратов химической технологии : Учебное пособие / Э. Д. Иванчина [и др.]. - Томск: Томский политехнический университет, 2017.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks88712">http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks88712</a>	сеть Интернет; 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	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

### 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>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</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, классная доска	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  
«Системный анализ процессов нефтехимии»  
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: 2</b>	<b>Семестр: 3</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	
Экзамен:	3 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 (3-го семестра базового учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. Во всех модулях – «Анализ конструкционных схем оборудования нефтегазопереработки», «Анализ и расчёт технологических схем нефтегазопереработки» и «Основы экспертизы технической документации химического и нефтехимического оборудования» предусмотрены аудиторные лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Таблица 1.1 Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					Экзамен
	ТК		ПК		ЛР	
	С	ТО	ПЗ	ТВ		
<b>В результате освоения дисциплины обучающийся:</b>						
<b>Знает:</b>						
виды технической документации по оборудованию химических производств и нефтегазопереработки;	+					ТВ
нормативно-техническую документацию;	+					ТВ
требования к технической документации;	+					ТВ
структуру паспорта оборудования;	+					ТВ
основные принципы системного анализа;	+					ТВ
основные понятия и определения системного анализа;		+				ТВ
иерархическую структуру нефтегазоперерабатывающих производств;		+				ТВ
основы анализа конструкционных схем оборудования;		+				ТВ
правила описания производственных схем с помощью технологических операторов;		+				ТВ
<b>Умеет:</b>						
описывать структуру технических документов;			+			ПЗ
выбирать материал и элементы технологического оборудования в соответствии с требованиями нормативно-технической документации;			+			ПЗ
представлять в виде графа иерархическую структуру нефтехимического производства;			+	+		ПЗ
выполнять декомпозицию конструктивных схем химического оборудования;			+	+		ПЗ
осуществлять построение топологических моделей оборудования;			+	+		ПЗ
осуществлять построение технологических схем с помощью технологических операторов;			+	+		ПЗ
составлять уравнения материальных и тепловых балансов;			+	+		ПЗ
<b>Владет:</b>						
навыками описания структуры технических документов;			+			КЗ
навыками описания взаимосвязей между характеристиками рабочих сред и характеристиками конструкционных элементов технологического оборудования;			+			КЗ
навыками анализа конструкционных схем оборудования;			+	+		КЗ
навыками построения топологических моделей оборудования;			+	+		КЗ

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	ТК		ПК		ЛР	Экзамен
	С	ТО	ПЗ	ТВ		
навыками расчёта потоковых характеристик технологических схем;			+	+		КЗ
навыками построения технологических схем с помощью технологических операторов;			+	+		КЗ
навыками расчёта технологических схем нефтехимических производств.			+	+		КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание к практическим занятиям или экзамену; КЗ – комплексное задание экзамена.*

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

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (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**

Промежуточный контроль для комплексной оценки усвоенных знаний, освоенных умений и приобретённых владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится согласно графику учебного процесса, приведённого в РПД, в форме проведения практических занятий.

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

Всего запланировано 6 практических занятий. 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**

Всего запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами двух первых учебных модулей дисциплины. Каждая КР проводится по одному из выше указанных модулей.

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

1. Правила построения иерархической схемы конструкционного устройства промышленного оборудования.

2. Составить иерархическую схему конструкции колонного аппарата.

3. Составить иерархическую схему конструкции теплообменника.

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

1. Технологические операторы и их условные обозначения.

2. Представить разомкнутую схему в технологических операторах.

3. Представить замкнутую схему в технологических операторах.

4. Составить потоковый граф технологической схемы.

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

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и промежуточного контроля. Условиями допуска являются успешное выполнение всех практических заданий, положительная интегральная оценка по результатам текущего 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 приобретённых владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Типовая форма билета представлена в общей части ФОС магистерской программы.

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

Типовые вопросы для **контроля усвоенных знаний:**

1. Назвать основные принципы системного анализа.

2. Основные понятия и определения системного анализа.

3. Правила описания иерархических структур предприятий.

4. Представление конструктивных схем оборудования с помощью теории графов.

5. Представление производственных схем предприятий с помощью

технологических операторов.

Типовые вопросы для **контроля усвоенных умений:**

1. Представить в виде графа иерархическую структуру нефтехимического предприятия.
2. Построить топологическую модель конструкции аппарата.
3. Построить технологическую схему производства с помощью технологических операторов.

Типовые вопросы для **контроля приобретённых владений:**

1. Выполнить анализ паспортно-технических данных по оборудованию.
2. Выполнить анализ нормативно-технических данных по оборудованию.
3. Построить схему взаимных связей между технологическими и конструктивными характеристиками оборудования.

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче экзамена**

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

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГАОУ ВО  
«Пермский национальный исследо-  
вательский политехнический универ-  
ситет» (ПНИПУ)

15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

Кафедра  
«Оборудование и автоматизация химических  
производств»

Дисциплина  
*Системный анализ процессов*

БИЛЕТ № \_\_

1. Свойства и способы представления неориентированных графов.
2. Технологические операторы и их классификация.
3. Представить конструкцию кожухотрубчатого теплообменника в виде структуры иерархического типа.

Составитель

(подпись)

Е.Р. Мошев

Заведующий кафедрой

(подпись)

Е.Р. Мошев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.