

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:** Современные агрегаты большой единичной мощности  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(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 - формирование комплекса знаний, умений и навыков по вопросам разработки, проектирования и эксплуатации современных агрегатов большой единичной мощности химической, нефтегазоперерабатывающей и нефтехимической отраслей промышленности.

Задачи:

- изучение агрегатов большой единичной мощности, используемых в химической и нефтегазоперерабатывающей отраслях промышленности для производства многотоннажных продуктов;
- формирование умения производить выбор машин и аппаратов, используемых в агрегатах большой единичной мощности для конкретных условий эксплуатации, анализировать возможные неисправности и делать выводы;
- формирование навыков научно-обоснованных инженерных расчетов различных видов аппаратов, реакторов и их элементов, используемых в агрегатах большой единичной мощности.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- принципиальные аппаратно-технологические схемы современных агрегатов большой единичной мощности, используемых в многотоннажных производствах химических продуктов многоцелевого назначения;
- конструкции и принцип действия аппаратов и реакторов, используемых в современных агрегатах большой единичной мощности;
- инженерные расчеты наиболее распространенных агрегатов большой единичной мощности;
- современные тенденции развития агрегатов большой единичной мощности химической, нефтегазоперерабатывающей и нефтехимической отраслей промышленности.

### 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-1.5	ИД-1ПК-1.5	Знает конструкцию и принципы работы современных аппаратов и реакторов, представляющих агрегаты большой единичной мощности, методы их расчета с точки зрения энергоресурсосбережения.	Знает основные законы термодинамики, понятие эксэргии, конструкцию и принципы работы современных аппаратов и реакторов, представляющих агрегаты большой единичной мощности, методы их расчета с точки зрения энергоресурсосбережения.	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.5	ИД-2ПК-1.5	Умеет составлять материальные и энергетические балансы, выполнять на основе этого проектировочные расчеты химического оборудования, проводить пуско-наладочные работы и выбирать оптимальные режимы работы оборудования с точки зрения энергоресурсосбережения.	Умеет составлять материальные и энергетические балансы, выполнять на основе этого проектировочные расчеты химического оборудования, проводить пуско-наладочные работы и выбирать оптимальные режимы работы оборудования с точки зрения энергоресурсосбережения.	Экзамен
ПК-1.5	ИД-3ПК-1.5	Владеет навыками расчета и выбора аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности и выбора оптимальных режимов работы химико-технологического оборудования с целью минимизации энергетических затрат.	Владеет навыками расчета и выбора аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности и выбора оптимальных режимов работы химико-технологического оборудования с целью минимизации энергетических затрат.	Экзамен

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	43	43	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	12	12	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	101	101	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

#### 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				
Введение	1	0	0	0
Предмет, цели и задачи курса «Современные агрегаты большой единичной мощности». Место дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и обо-рудование (уровень магистратуры)».				
Агрегаты большой единичной мощности в производстве синтез-газа и аммиака.	4	0	8	35
<p>Тема 1. Технологические основы получения синтез-газа из различных видов сырья. Физико-химические основы получение синтез-газа из твердого топлива, жидких нефтепродуктов и природного газа. Принципиальные технологические схемы. Типы и характеристики используемых катализаторов.</p> <p>Тема 2. Основное оборудование агрегатов большой единичной мощности в производстве синтез-газа. Типы аппаратов и реакторов для сероочистки, паровой и паровоздушной конверсии, каталитического метанирования и др. Принцип действия, конструктивное оформление, сопоставительный анализ работы.</p> <p>Тема 3. Технологические основы синтеза аммиака. Физико-химические основы синтеза. Типы и характеристики используемых катали-заторов. Принципиальные технологические схемы производства.</p> <p>Тема 4. Основное оборудование агрегата большой единичной мощности синтеза аммиака. Колонны синтеза, конденсации, испарители аммиака и др. Основные типы и принцип действия, показатели эффективности работы. Конструктивное оформление, обслуживание. Сопоставительный анализ работы.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Агрегаты большой единичной мощности в производстве карбамида.	3	0	7	25
Тема 5. Технологические основы синтеза карбамида. Физико-химические основы синтеза карбамида из аммиака и диоксида углерода. Принципиальные технологические схемы производства. Тема 6. Основное оборудование агрегатов большой единичной мощности карбамида. Колонны синтеза, дистилляторы, вакуумные испарители, сушилки, плавители, грануляторы и др. Основные типы и принцип действия, показатели эффективности работы. Конструктивное оформление, обслуживание. Сопоставительный анализ работы.				
Агрегаты большой единичной мощности в производстве метанола и бутиловых спиртов.	4	0	12	41
Тема 7. Агрегаты большой единичной мощности производства метанола. Физико-химические основы синтеза метанола. Принципиальные технологические схемы производства. Типы и характеристики используемых катализаторов. Принципиальные технологические схемы производства. Тема 8. Основное оборудование агрегатов большой единичной мощности производства метанола. Трубчатые печи парориформинга, реакторы синтеза, ректификационные колонны, сепараторы и др.). Основные типы и принцип действия, показатели эффективности работы. Конструктивное оформление, обслуживание. Сопоставительный анализ работы. Тема 9. Агрегаты большой единичной мощности производства бутиловых спиртов. Физико-химические основы синтеза бутиловых спиртов. Типы и характеристики используемых катализаторов. Принципиальные технологические схемы производства. Основное оборудование (реакторы синтеза, ректификационные колонны и др.). Основные типы и принцип действия, показатели эффективности работы. Конструктивное оформление, обслуживание. Сопоставительный анализ работы.				
ИТОГО по 2-му семестру	12	0	27	101
ИТОГО по дисциплине	12	0	27	101

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Изучение чертежей и технической документации основного и вспомогательного оборудования агрегатов большой единичной мощности производства бутиловых спиртов
2	Изучение современных отечественных и зарубежных технологи-ческих схем производства синтез-газа (азотоводородной смеси)
3	Изучение чертежей и технической документации основного и вспомогательного оборудования агрегата большой единичной мощности производства синтез-газа из природного газа (реакторы сероочистки природного газа, трубчатые печи паровой конверсии, шахтные конвертор, реакторы паровой конверсии оксида углеро-да, реакторы тонкой доочистки синтез-газа и др.)
4	Изучение чертежей и технической документации основного и вспомогательного оборудования блоков синтеза аммиака отечест-венного и зарубежного производств (колонн синтеза и конденса-ции аммиака, испарители аммиака и др.)
5	Изучение чертежей и технической документации основного и вспомогательного оборудования агрегатов большой единичной мощности отечественного и зарубежного производств (колонн синтеза, дистилляторов, вакуум-кристаллизаторов, сушилок, пла-вильников, грануляторов и др.)
6	Изучение чертежей и технической документации основного и вспомогательного оборудования агрегатов большой единичной мощности производства метанола (реакторы сероочистки, трубча-тые печи парориформинга, реакторы синтеза, ректификационные колонны, сепараторы и др.)

## 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	Загидуллин С. Х. Основное технологическое оборудование нефтеперерабатывающих заводов : учебное пособие / С. Х. Загидуллин, И. Г. Ложкин, А. В. Беляев. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	50
2	Машины и аппараты химических производств : учебник для вузов / А. С. Тимонин [и др.]. - Калуга: Ноосфера, 2014.	15
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Ложкин А. Ф. Оборудование агрегатов аммиака большой единичной мощности : учебное пособие / А. Ф. Ложкин, В. Н. Пашенко. - Пермь: Изд-во ППИ, 1988.	38
2	Ложкин А. Ф. Оборудование крупнотоннажных агрегатов карбамида : учебное пособие / А. Ф. Ложкин, Н. М. Рябчиков. - Пермь: Изд-во ППИ, 1986.	34
3	Ложкин А. Ф. Оборудование крупнотоннажных агрегатов метанола : учебное пособие / А. Ф. Ложкин, В. Н. Пашенко. - Пермь: Изд-во ППИ, 1984.	11
4	Рудин М. Г. Карманный справочник нефтепереработчика / М. Г. Рудин, В. Е. Сомов, А. С. Фомин. - М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2004.	20
5	Справочник азотчика. Физико-химические свойства газов и жидкостей. Производство технологических газов. Очистка технологических газов. Синтез аммиака / А. И. Семенова [и др.]. - Москва: Химия, 1986.	10
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Химическое и нефтегазовое машиностроение : международный научно-технический и производственный журнал / Российская инженерная академия; Газпром; Московский государственный университет инженерной экологии. - Москва: Изд-во МГУИЭ, 1932 - .	
<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	Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования : справ. : учеб. пособие / А.С. Тимонин. - Калуга: Изд-во Н.Бочкаревой, 2006.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks100495">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks100495</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Загидуллин С. Х. Основное технологическое оборудование нефтеперерабатывающих заводов : учебное пособие / С. Х. Загидуллин, И. Г. Ложкин, А. В. Беляев. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks155447">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks155447</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Машины и аппараты химических производств : учебник для вузов / А. С. Тимонин [и др.]. - Калуга: Ноосфера, 2014.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks171740">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks171740</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

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс

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>
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, компьютер, экран, 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  
**«Современные агрегаты большой единичной мощности»**  
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: 2</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	180 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	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 базового учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля: «Агрегаты большой единичной мощности в производстве синтез-газа и аммиака»; «Агрегаты большой единичной мощности в производстве карбамида»; «Агрегаты большой единичной мощности в производстве метанола и бутиловых спиртов». В каждом модуле предусмотрены аудиторские 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, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	ТК		ПК		Экзам ен
	С	ТО	ПЗ	Т/КР	
В результате освоения дисциплины студент:					
<b>Знает:</b>					
- основы теории протекающих процессов в аппаратах и реакторах агрегатов большой единичной мощности;	С	ТО		Т	ТВ
- конструкции, принцип действия аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности	С	ТО		Т	ТВ
- методы инженерных расчётов и проектирования аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности для обеспечения высокой производительности и качества продукции	С	ТО		Т	ТВ
- технологию изготовления аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности	С	ТО			ТВ
- причины возникновения неисправностей при эксплуатации аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности и способы их устранения	С	ТО			ТВ
<b>Умеет:</b>					
- выполнять расчёты аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности и их отдельных узлов и элементов			ПЗ	КР	ПЗ
- пользоваться технической и нормативной документацией			ПЗ	КР	ПЗ
- анализировать возможные неисправности аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности и делать выводы				КР	ПЗ
<b>Владет</b>					
- навыками расчета и выбора аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности для решения конкретных производственных задач			ПЗ		КЗ
- навыками работы с технической документацией на аппараты и реакторы агрегатов большой единичной мощности, работы со справочной и научно-технической литературой, государственными стандартами и отраслевыми нормами			ПЗ	КР	КЗ
- навыками обоснования принятых технологических и конструктивных решений при					КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена*

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретённых владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, 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 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 приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты практических работ и компьютерного (бланочного) тестирования (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

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

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

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС магистерской программы.

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

В соответствии с количеством модулей запланировано 3 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. Принципиальные технологические схемы производства синтез-газа и аммиака.
2. Типы аппаратов и реакторов для сероочистки, паровой и паровоздушной конверсии.
3. Физико-химические основы синтеза. Типы и характеристики используемых катализаторов.
4. Рассчитать колонну синтеза аммиака.

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

1. Физико-химические основы синтеза карбамида из аммиака и диоксида углерода.
2. Принципиальные технологические схемы производства карбамида.
3. Устройство и описание работы колонны синтеза карбамида.

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

1. Физико-химические основы синтеза метанола.
2. Принципиальная технологическая схема производства метанола.
3. Устройство реактора синтеза метанола.
4. Рассчитать реактор синтеза метанола.
5. Принципиальные технологические схемы производства бутиловых спиртов.
6. Рассчитать ректификационную колонну в производстве бутиловых спиртов.

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

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная защита всех практических 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 дисциплинарных компетенций.

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

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

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

1. Основы теории процессов, протекающих в аппаратах и реакторах агрегатов большой единичной мощности на примере производства синтез-газа из природного газа.

2. Конструкции, принцип действия аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства синтез-газа из природного газа.

3. Методы инженерных расчетов и проектирования аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства синтетического аммиака

4. Технология изготовления аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства синтетического аммиака.

5. Основные причины возникновения неисправностей при эксплуатации аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства синтетического аммиака.

6. Агрегаты большой единичной мощности производства метанола. Физико-химические основы синтеза метанола. Принципиальные технологические схемы производства. Типы и характеристики используемых катализаторов.

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

1. Дать сравнительную характеристику различных технологий в производстве аммиака (карбамида, метанола).

2. Дать сравнительную характеристику конструкций реакторов в производстве аммиака (карбамида, метанола).

3. Выполнить технологический расчёт реактора синтеза аммиака (карбамида, метанола).

4. Выполнить расчёт теплового баланса реактора в производстве синтез-газа методом паровой конверсии метана.

5. Выполнить расчёт теплового баланса реактора в производстве синтез-газа методом кислородной конверсии метана.

#### **Типовые вопросы для контроля приобретённых владений:**

1. Составить порядок расчета аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства синтез-газа из природного газа.

2. Провести анализ технической и нормативной документации по вопросам проектирования аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства синтез-газа из природного газа.

3. Провести анализ возможных неисправностей аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства синтетического аммиака и сделать выводы.

4. Выполнить обоснование принятых технологических и конструктивных решений при проектировании и изготовлении аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства карбамида.

5. Провести сопоставительный анализ эффективности работы различных технологических схем на примере производства метанола.

### **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 дисциплинарных 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 билетов для экзамена

<b>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</b> <b>ФГАОУ ВО</b> <b>«Пермский национальный</b> <b>исследовательский политехнический</b> <b>университет»</b> <b>(ПНИПУ)</b>	15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
	<i>Кафедра</i> <i>«Оборудование и автоматизация химических производств»</i>
	Дисциплина Современные агрегаты большой единичной мощности
<b>БИЛЕТ № <u>1</u></b>	
<p>1. Предмет и задачи дисциплины «Современные агрегаты большой единичной мощности». Основы теории протекающих процессов в аппаратах и реакторах агрегатов большой единичной мощности производства синтез-газа из природного газа (контроль знаний).</p> <p>2. Составить порядок расчета аппаратов и реакторов большой единичной мощности на примере производства синтетического аммиака (контроль умений и владений).</p> <p>3. Провести анализ возможных неисправностей аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства синтез-газа из природного газа (контроль умений и владений).</p>	
Составитель	_____ С.Х. Загидуллин (подпись)
Заведующий кафедрой	_____ Е.Р. Мошев (подпись)
«___» _____ 20__ г.	

<b>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</b> <b>ФГАОУ ВО</b> <b>«Пермский национальный</b> <b>исследовательский политехнический</b> <b>университет»</b> <b>(ПНИПУ)</b>	15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
	<i>Кафедра</i> <i>«Оборудование и автоматизация химических производств»</i>
	Дисциплина Современные агрегаты большой единичной мощности
<b>БИЛЕТ № <u>2</u></b>	
<p>1. Конструкции, принцип действия аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства синтез-газа из природного газа (контроль знаний).</p> <p>2. Провести анализ технической и нормативной документации по вопросам проектирования аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства синтез-газа из природного газа (контроль умений и владений).</p> <p>3. Выполнить обоснование принятых технологических и конструктивных решений при проектировании и изготовлении аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства карбамида (контроль умений и владений).</p>	
Составитель	_____ С.Х. Загидуллин (подпись)
Заведующий кафедрой	_____ Е.Р. Мошев (подпись)
«___» _____ 20__ г.	

<b>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</b> <b>ФГАОУ ВО</b> <b>«Пермский национальный</b> <b>исследовательский политехнический</b> <b>университет»</b> <b>(ПНИПУ)</b>	15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
	<i><b>Кафедра</b></i> <i><b>«Оборудование и автоматизация химических производств»</b></i>
	Дисциплина Современные агрегаты большой единичной мощности
<b>БИЛЕТ № 3</b>	
<p>1. Агрегаты большой единичной мощности производства метанола. Физико-химические основы синтеза метанола. Принципиальные технологические схемы производства (контроль знаний).</p> <p>2. Провести сопоставительный анализ эффективности работы различных схем на примере производства метанола (контроль умений и владений).</p> <p>3. Провести анализ возможных неисправностей аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства синтез-газа из природного газа (контроль умений и владений).</p>	
Составитель	_____ С.Х. Загидуллин (подпись)
Заведующий кафедрой	_____ Е.Р. Мошев (подпись)
«__» _____ 20__ г.	

<b>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</b> <b>ФГАОУ ВО</b> <b>«Пермский национальный</b> <b>исследовательский политехнический</b> <b>университет»</b> <b>(ПНИПУ)</b>	15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
	<i><b>Кафедра</b></i> <i><b>«Оборудование и автоматизация химических производств»</b></i>
	Дисциплина Современные агрегаты большой единичной мощности
<b>БИЛЕТ № 4</b>	
<p>1. Основное оборудование агрегатов большой единичной мощности производства метанола. Трубчатые печи, реакторы синтеза, ректификационные колонны и др.). Основные типы и принцип действия (контроль знаний).</p> <p>2. Провести сопоставительный анализ эффективности работы различных технологических схем на примере производства метанола (контроль умений и владений).</p> <p>3. Выполнить обоснование принятых технологических и конструктивных решений при проектировании аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства карбамида (контроль умений и владений).</p>	
Составитель	_____ С.Х. Загидуллин (подпись)
Заведующий кафедрой	_____ Е.Р. Мошев (подпись)
«__» _____ 20__ г.	

