

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

« 29 » августа 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Учебно-исследовательская работа
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 288 (8)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.02 Технологические машины и оборудование
(код и наименование направления)

Направленность: Оборудование нефтегазопереработки (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины - формирование комплекса знаний, умений и навыков самостоятельного осуществления научно-исследовательских работ, связанных с решением задач по совершенствованию процессов и оборудования химических производств (ХП).

Задачи учебной дисциплины:

- формирование совокупности знаний об оборудовании и процессах ХП;
- формирование умений рационального и эффективного приобретения новых знаний о современных тенденциях и перспективных научных исследованиях в области оборудования и процессов ХП;
- формирование навыков расчёта оборудования и процессов ХП.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- физические свойства жидкостей и их влияние на кинетику процессов ХП;
- гидродинамические характеристики потока и их влияние на эффективность процессов ХП;
- оборудование ХП и методы его расчёта;
- процессы ХП и методики их расчёта.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	Знает основные законы естественно-научных и инженерных дисциплин, методы математического анализа и моделирования.	Знает основные законы естественно-научных и инженерных дисциплин, методы математического анализа и моделирования.	Зачет
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Умеет применять естественнонаучные и инженерные знания в профессиональной деятельности.	Умеет применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	Отчёт по практическому занятию
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владеет методами естественнонаучных дисциплин.	Владеет методами естественнонаучных и инженерных дисциплин.	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-13	ИД-1ОПК-13	Знает основы проектирования деталей и узлов технологических машин и оборудования в профессиональной области	Знает основы проектирования деталей и узлов технологических машин и оборудования в профессиональной области	Зачет
ОПК-13	ИД-2ОПК-13	Умеет проводить стандартные расчёты при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования в профессиональной области	Умеет проводить стандартные расчёты при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования в профессиональной области	Отчёт по практическому занятию
ОПК-13	ИД-3ОПК-13	Владеет навыками работы с прикладными программами для проведения расчетов, построения графиков и разработки чертежей	Владеет навыками работы с прикладными программами для проведения расчетов, построения графиков и разработки чертежей	Отчёт по практическому занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах			
		Номер семестра			
		1	2	3	4
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	152	38	38	38	38
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:					
- лекции (Л)					
- лабораторные работы (ЛР)					
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	144	36	36	36	36
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	2	2	2	2
- контрольная работа					
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	136	34	34	34	34
2. Промежуточная аттестация					
Экзамен					
Дифференцированный зачет	9				9
Зачет	27	9	9	9	
Курсовой проект (КП)					
Курсовая работа (КР)					
Общая трудоемкость дисциплины	288	72	72	72	72

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				
Свойства газов и жидкостей.	0	0	4	4
Основные понятия гидростатики - вязкость, плотность, давление. Основное уравнение гидростатики. Решение задач.				
Основные гидродинамические характеристики жидкостей.	0	0	4	4
Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкостей. Сущность критерия Рейнольдса и определение входящих в него параметров. Решение задач.				
Гидравлическое сопротивление трубопроводов.	0	0	8	8
Уравнение для расчёта гидравлического сопротивления трубопроводов. Коэффициенты гидравлического сопротивления, их зависимость от режима движения жидкости и шероховатости стенок трубопроводов. Потери напора на трение. Потери напора на местные сопротивления. Подбор насосного оборудования для транспортирования жидкости по трубопроводам. Решение задач.				
Осаждение в жидкостях твёрдых частиц.	0	0	6	6
Режимы осаждения твёрдых частиц в жидкостях. Экспериментальное определение скорости осаждения твёрдых частиц. Расчётное определение скорости осаждения твёрдых частиц. Осаждение частиц в стеснённых условиях. Оборудование для осаждения твёрдых частиц методом отстаивания. Решение задач.				
Гидродинамика потоков в аппаратах с насадкой.	0	0	8	6
Устройство аппаратов с насадкой. Гидродинамические режимы потока в аппаратах с насадкой. Экспериментальное и расчётное определение гидродинамических характеристик работы насадочных аппаратов. Решение задач.				
Основы фильтрования.	0	0	6	6
Основные характеристики процесса фильтрования, их экспериментальное и расчётное определение. Оборудование для фильтрования. Решение задач.				
ИТОГО по 1-му семестру	0	0	36	34
2-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
Структура потока в аппаратах.	0	0	4	4
Структура потока в аппаратах, как характеристика эффективности и завершённости процесса. Среднее время пребывания потока в аппарате. Методы исследования структуры потока в аппаратах.				
Модели с идеализированной структурой потока.	0	0	4	4
Модели идеального перемешивания (ИП) и вытеснения (ИВ). Экспериментальное определение структуры потока. Отклики моделей на типовые возмущения потока. Сущность и практическая область применения моделей. Решение задач.				
Модели с реальной структурой потока.	0	0	28	26
Модели ячеечная (ЯМ), ячеечная с рециркуляцией (ЯМР) и диффузионная (ДМ). Экспериментальное определение структуры потока. Отклики моделей на типовые возмущения потока. Сущность и практическая область применения моделей. Решение задач.				
ИТОГО по 2-му семестру	0	0	36	34
3-й семестр				
Соединения азота и их производство.	0	0	4	4
Химические соединения азота и их значение для народного хозяйства. Процесс получения исходного сырья для производства соединений азота- синтез-газа из твердых топлив. Получение синтез-газа из жидких углеводородов.				
Получения синтез-газа.	0	0	2	2
Процесс получения синтез-газ из природного газа. Сероочистка природного газа.				
Каталитическая конверсия природного газа водяным паром.	0	0	4	4
Процесс каталитической конверсии природного газа водяным паром. Паровоздушная конверсия природного газа в производстве аммиака. Принципиальная технологическая схема отечественного агрегата конверсии природного газа в производстве аммиака. Основные характеристики катализаторов конверсии природного газа.				
Каталитическая конверсия оксида углерода	0	0	2	2
Процесс каталитической конверсии оксида углерода водяным паром в производстве аммиака.				
Основное оборудование для конверсии природного газа.	0	0	8	8
Конструкции основного технологического оборудования отечественного агрегата конверсии				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
природного газа (подогреватель природного газа, реакторы гидроочистки, адсорбции и др.) в производстве аммиака. Конструкции трубчатой печи паровой конверсии природного газа. Конструкции шахтного конвертора природного газа в производстве аммиака.				
Конверсия СО в производстве аммиака и очистка конвертированного газа.	0	0	8	8
Основное технологическое оборудование блока паровой конверсии СО в производстве аммиака. Процесс очистки конвертированного газа от СО ₂ в производстве аммиака. Оборудование для очистки конвертированного газа от СО ₂ растворами МЭА Процесс тонкой доочистки конвертированного газа от СО и СО ₂ в производстве аммиака.				
Основное технологическое оборудование производства аммиака.	0	0	8	6
Основное технологическое оборудование производства аммиака (огневой подогреватель АВС, колонны синтеза аммиака с полочной насадкой и с двойными теплоотводящими трубками Фильда, конденсационные колонны, испарители жидкого аммиака и вспомогательное оборудование).				
ИТОГО по 3-му семестру	0	0	36	34
4-й семестр				
Основы синтеза карбамида.	0	0	6	6
Физико-химические основы синтеза карбамида. Принципиальная технологическая схема отечественного агрегата производства карбамида. Принципиальная технологическая схема агрегата карбамида фирмы ТЕС.				
Оборудование производства синтеза карбамида.	0	0	6	6
Конструкции основного технологического оборудования фирмы ТЕС (реактор синтеза карбамида, дистилляторы высокого и низкого давления, газосепараторы, вакуум-кристаллизатор карбамида, центрифуги, сушилка КС и плавильник кристаллического карбамида, статические и центробежные грануляторы расплава карбамида, грануляционная башня и холодильник КС для гранулированного карбамида и др.).				
Основы синтеза метанола.	0	0	6	6
Физико-химические и технологические основы синтеза метанола.				
Блок-схемы получения синтез-газа.	0	0	6	6

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Изучение блок-схемы получения синтез-газа для производства метанола.				
Катализаторы синтеза метанола.	0	0	6	6
Характеристики различных катализаторов синтеза метанола.				
Технологическая схема производства метанола.	0	0	6	4
Изучение упрощенной технологической схемы производства метанола низкого давления.				
ИТОГО по 4-му семестру	0	0	36	34
ИТОГО по дисциплине	0	0	144	136

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Свойства газов и жидкостей.
2	Основные гидродинамические характеристики жидкостей.
3	Гидравлическое сопротивление трубопроводов.
4	Осаждение в жидкостях твёрдых частиц.
5	Гидродинамика потоков в аппаратах с насадкой.
6	Основы фильтрования.
7	Структура потока в аппаратах.
8	Модели с идеализированной структурой потока ИП и ИВ.
9	Модели с реальной структурой потока - ЯМ и ЯМР.
10	Модели с реальной структурой потока - ДМ.
11	Соединения азота и их производство.
12	Производство синтез-газа.
13	Каталитическая конверсия природного газа водяным паром.
14	Каталитическая конверсия оксида углерода
15	Основное оборудование для конверсии природного газа.
16	Конверсия СО в производстве аммиака и очистка конвертированного газа.
17	Основное технологическое оборудование производства аммиака.
18	Основы синтеза карбамида.
19	Оборудование производства синтеза карбамида.
20	Основы синтеза метанола.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

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 и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается 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
1. Основная литература		
1	Загидуллин С. Х. Общая химическая технология : учебное пособие для вузов / С. Х. Загидуллин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	21
2	Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. - Москва: Альянс, 2014.	49
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
4	Кутепов А. М. Общая химическая технология : учебник для вузов / А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен. - М.: Академкнига, 2007.	50
5	Федотова О. А. Общая химическая технология : учебно-методическое пособие / О. А. Федотова, А. Р. Кобелева, Г. Е. Тюленева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		

1	Бесков В. С. Общая химическая технология : учебник для вузов / В. С. Бесков. - М.: Академкнига, 2006.	19
2	Кафаров В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. - Москва: Высш. шк., 1991.	17
3	Ложкин А. Ф. Оборудование агрегатов аммиака большой единичной мощности : учебное пособие / А. Ф. Ложкин, В. Н. Пашенко. - Пермь: Изд-во ППИ, 1988.	38
4	Мошев Е. Р. Моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / Е. Р. Мошев. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.	1
5	Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - М.: Альянс, 2006.	8
2.2. Периодические издания		
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 - .	1
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Ч. 1. - Пермь: , Изд-во ПНИПУ, 2017. - (Процессы и аппараты химической технологии : лабораторный практикум : в 2 ч.; Ч. 1).	5
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	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	Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - М.: Альянс, 2006.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks116897	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Процессы и аппараты химической технологии : лабораторный практикум : в 2 ч. / И. Г. Ложкин [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks188738	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Загидуллин С. Х. Общая химическая технология : учебное пособие для вузов / С. Х. Загидуллин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks154654	локальная сеть; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. - Москва: Альянс, 2014.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks173610	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Кафаров В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для академического бакалавриата / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. - Москва: Юрайт, 2019.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks224004	локальная сеть; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	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)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	Лаборатория общей химической технологии и химических реакторов.	1
Практическое занятие	Лаборатория ПАХТ	1
Практическое занятие	Мультимедийный класс с доской	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Научно-исследовательская работа»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль) образовательной программы:	Оборудование нефтегазопереработки
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Выпускающая кафедра:	Оборудование и автоматизация химических производств
Форма обучения:	Очная
Курс: 1, 2	Семестры: 1-4
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	8 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	288 ч
Виды контроля:	
Зачёт: 1-3 семестры	Дифференцированный зачёт: 4 семестр

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины и разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов указанной аттестации и критерии выставления оценок. Настоящий ФОС 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 четырёх первых семестров учебного плана. Дисциплина имеет четыре учебных модуля, в которых предусмотрены аудиторские 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 по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретённых владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических работ и индивидуальных заданий, сдаче дифференцированного зачёта. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	РТ	КР	Зачёт	Диф. зачёт
Усвоенные знания						
1 семестр						
3.1 Свойства газов и жидкостей, основные понятия гидростатики - вязкость, плотность, давление, основное уравнение гидростатики.		ТО		КР1	ТВ	ТВ
3.2 Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкостей. Сущность критерия Рейнольдса и определение входящих в него параметров.		ТО			ТВ	ТВ
3.3. Уравнение для расчёта гидравлического сопротивления трубопроводов. Коэффициенты гидравлического сопротивления, их зависимость от режима движения жидкости и шероховатости стенок трубопроводов. Потери напора на трение. Потери напора на местные сопротивления.		ТО			ТВ	ТВ
3.4. Режимы осаждения твёрдых частиц в жидкостях.		ТО			ТВ	ТВ
3.5. Оборудование для осаждения твёрдых частиц методом отстаивания.		ТО			ТВ	ТВ
3.6 Оборудование для осаждения твёрдых частиц методом отстаивания.		ТО			ТВ	ТВ
3.7 Устройство аппаратов с насадкой. Гидродинамические режимы потока в аппаратах с насадкой.		ТО			ТВ	ТВ
3.8 Основные характеристики процесса фильтрования. Оборудование для фильтрования.		ТО			ТВ	ТВ
2 семестр						
3.9 Структура потока в аппаратах, как характеристика эффективности и завершённости процесса. Среднее время пребывания потока в аппарате. Методы исследования структуры потока в аппаратах.		ТО		КР2	ТВ	ТВ
3.10 Модели идеального перемешивания (ИП) и вытеснения (ИВ). Отклики моделей на типовые возмущения потока. Сущность и практическая область применения моделей.		ТО			ТВ	ТВ
3.11 Модели ячеечная (ЯМ), ячеечная с рециркуляцией (ЯМР) и диффузионная (ДМ). Отклики моделей на типовые возмущения потока. Сущность и		ТО			ТВ	ТВ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	РТ	КР	Зачёт	Диф. зачёт
практическая область применения моделей.						
3 семестр						
3.12 Химические соединения азота и их значение для народного хозяйства. Основы процесса получения исходного сырья для производства соединений азота-синтез-газа из твёрдых топлив. Основы процесса получения синтез-газа из жидких углеводородов. Основы процесса получения синтез-газ из природного газа и сероочистки природного газа.		ТО	РТ		ТВ	ТВ
3.13 Основное оборудование для конверсии природного газа.		ТО	РТ		ТВ	ТВ
3.14 Процесс каталитической конверсии оксида углерода водяным паром в производстве аммиака.		ТО	РТ		ТВ	ТВ
3.15 Основное оборудование для конверсии СО в производстве аммиака и очистка конвертированного газа.		ТО	РТ		ТВ	ТВ
3.16 Основное технологическое оборудование производства аммиака.		ТО	РТ		ТВ	ТВ
4 семестр						
3.17 Физико-химические основы синтеза карбамида. Принципиальная технологическая схема отечественного агрегата производства карбамида. Принципиальная технологическая схема агрегата карбамида фирмы ТЕС		ТО	РТ		ТВ	ТВ
3.18 Основное оборудование производства синтеза карбамида.		ТО	РТ		ТВ	ТВ
3.19 Физико-химические и технологические основы синтеза метанола.		ТО	РТ		ТВ	ТВ
3.20 Характеристики различных катализаторов синтеза метанола.		ТО	РТ		ТВ	ТВ
3.21 Упрощённая технологическая схема производства метанола низкого давления.		ТО	РТ		ТВ	ТВ
Освоенные умения						
1 семестр						
У.1 Решение задач на применение основного уравнения гидростатики.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
У.2 Расчёт гидродинамического режима течения жидкости.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
У.3 Определение коэффициентов гидравлического сопротивления при движении жидкости в трубопроводах.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
У.4 Определение коэффициентов гидравлического сопротивления при осаждении твёрдых частиц.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
У.5 Экспериментальное и расчётное определение гидродинамических характеристик насадочных колонн.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
У.6 Экспериментальное и расчётное определение характеристик процесса фильтрования.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
2 семестр						
У.7 Экспериментальное построение кривой отклика на типовые возмущения потока.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
У.8 Осуществлять выбор модели для различных типов аппаратов.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
У.9 Определять параметры моделей с помощью данных о результатах исследования структуры потока в аппарате.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
3 и 4 семестры						
У.10 Дать сравнительную характеристику различных технологий в производстве аммиака (карбамида, метанола).		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
У.11 Дать сравнительную характеристику конструкций реакторов в производстве аммиака (карбамида, метанола).		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
У.12 Выполнить расчёт теплового баланса реактора в производстве синтез-газа методом паровой конверсии метана.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
У.13 Выполнить расчёт теплового баланса реактора в производстве синтез-газа методом кислородной конверсии метана.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
Приобретённые владения						
1 семестр						
В.1 Определение потерь напора в трубопроводах.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
В.2 Расчёт скорости осаждения и витания твёрдых частиц.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
В.3 Подбор насоса для транспортирования жидкости по трубопроводу.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
2 семестр						
В.4 Расчёт по С-кривой среднего времени пребывания потока в аппарате.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
В.5 Расчёт по С-кривой количества аппаратов ячеечной модели.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
3 и 4 семестры						

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	РТ	КР	Зачёт	Диф. зачёт
В.6 Составить порядок расчёта аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства синтез-газа из природного газа.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
В.7 Выполнить обоснование принятых технологических и конструктивных решений при проектировании и изготовлении аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства карбамида.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ
В.8 Провести сопоставительный анализ эффективности работы различных технологических схем на примере производства метанола.		ПЗ	РТ		ПЗ	ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос; РТ и КР – рубежное тестирование и контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачёта, 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 (табл. 1.1) проводится в форме теоретического опроса и выполнения практических заданий студентами. Результаты контроля по 4-х балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и

учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Примеры типовых вопросов для текущего контроля по теме

1. Понятия: вязкость, плотность, давление и их физический смысл
2. Сущность критерия Рейнольдса и определение входящих в него параметров.
3. Оборудование для осаждения твёрдых частиц методом отстаивания.
4. Методы исследования структуры потока в аппаратах.
5. Сущность модели идеального перемешивания.
6. Отклик модели идеального вытеснения на типовые возмущения по потоку.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексной оценки усвоенных знаний, освоенных умений и приобретённых владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежного тестирования и выполнения контрольных работ. При этом контрольные работы охватывает перечень теоретических вопросов за 1 и 2 семестры.

2.2.1 Выполнение практического задания на самостоятельную работу

Для оценивания умений и владений, как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используются индивидуальные практические задания студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты практических заданий приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Примеры типовых практических заданий

1. Рассчитать гидродинамический режим течения воды в трубопроводе диаметром 57x3,5 мм при температуре 20 °С и расходе 10 м³/час.
2. Рассчитать гидравлические потери в трубопроводе протяжённостью 75 м, диаметром 108x4 мм при движении в нём воды с температурой 15 °С и расходом 30 м³/час. Трубы считать гидравлический гладкими.
3. По приведённым ниже результатам исследования структуры потока в аппарате определить: 1 – с помощью какого метода были получены эти результаты; 2 – среднее время пребывания частиц потока в исследуемом аппарате:

Время, мин	0	5	10	15		20	25	30
Концентрация, кг/м ³	10	7	5	3		1,5	0,5	0,0

4. Рассчитать конечную скорость осаждения шарика из углеродистой стали диаметром 1 мм в 50-ти % растворе глицерина при температуре 20 °С.
5. Рассчитать скорость витания шарика из углеродистой стали диаметром 0,1 мм в воздухе при температуре 15 °С.
6. Составить порядок расчёта аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства синтез-газа из природного газа.
7. Выполнить обоснование принятых технологических и конструктивных решений при проектировании и изготовлении аппаратов и реакторов агрегатов большой единичной мощности на примере производства карбамида.
8. Осуществить сопоставительный анализ эффективности работы различных технологических схем на примере производства метанола

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам

текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех контрольных работ, тестов и практических заданий, т.е. положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контролей. Промежуточные аттестации за 1-3 семестры могут засчитываться по результатам выполнения контрольных работ и практических заданий.

Итоговая аттестация в виде дифференцированного зачёта (4 семестр) осуществляется по результатам предыдущих промежуточных аттестаций и в виде устного экзамена по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практические задания для проверки усвоенных умений и владений по заявленным дисциплинарным компетенциям.

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

2.3.1. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачёта по дисциплине

Типовые вопросы для контроля **усвоенных знаний:**

1. Понятия: вязкость, плотность, давление и их физический смысл
2. Сущность критерия Рейнольдса и определение входящих в него параметров.
3. Оборудование для осаждения твёрдых частиц методом отстаивания.
4. Методы исследования структуры потока в аппаратах.
5. Сущность модели идеального перемешивания.
6. Отклик модели идеального вытеснения на типовые возмущения по потоку.
7. Химические соединения азота и их значение для народного хозяйства.
8. Основы процесса получения исходного сырья для производства соединений азота- синтез-газа из твёрдых топлив.
9. Основы процесса получения синтез-газа из жидких углеводородов.
10. Основы процесса получения синтез-газа из природного газа и серочистки природного газа.
11. Основное оборудование для конверсии природного газа.
12. Основное оборудование для конверсии СО в производстве аммиака и очистка конвертированного газа.
13. Основное технологическое оборудование производства аммиака.

Типовые вопросы для **контроля усвоенных умений:**

1. Определить гидродинамический режим течения воды в трубопроводе диаметром 57x3,5 мм при температуре 30 °С и расходе 11 м³/час.
2. Рассчитать гидравлические потери в трубопроводе протяжённостью 100 м, диаметром 219x6 мм при движении в нём воды с температурой 25 °С и расходом 50 м³/час. Трубы считать бывшими в эксплуатации.
3. По приведённым ниже результатам исследования структуры потока в аппарате определить: 1 – с помощью какого метода были получены эти результаты; 2 – среднее время пребывания частиц потока в исследуемом аппарате:

Время, мин	0	5	10	15	20	25	30
Концентрация, кг/м ³	15	10	6	4	2	1	0,0

4. Рассчитать конечную скорость осаждения шарика из углеродистой стали диаметром 1 мм в 50-ти % растворе глицерина при температуре 20 °С.

5. Рассчитать скорость витания шарика из углеродистой стали диаметром 0,1 мм в воздухе при температуре 15 °С.

6. Начертить принципиальную технологическую схему отечественного агрегата производства карбамида.

7. Начертить упрощённую технологическую схему производства метанола низкого давления.

Типовые вопросы для **контроля приобретённых владений**:

1. Определить минимальные характеристики насоса для транспортирования воды по трубопроводу диаметром 32x3 мм при температуре 14 °С, расходе 3 м³/час, высота подъёма 5 м.

2. Определить гидравлическое сопротивление сухой насадочной колонны: насадка – неупорядоченная из колец Рашига 35x35x4; высота слоя насадки Н = 5 м; скорость газа в свободном сечении аппарата 1 м/с; рабочая среда – воздух; температура воздуха 25 °С; среднее давление в аппарате 0,15 МПа.

3. С помощью результатов исследования структуры потока в аппарате импульсным методом определить: 1 – среднее время пребывания частиц потока в исследуемом аппарате; 2 – количество теоретических ячеек в аппарате:

Время, мин	0	5	10	15	20	25	30
Концентрация, кг/м ³	0,0	8	7	4	2	1	0,0

4. Выполнить сопоставительный анализ эффективности работы различных технологических схем на примере производства метанола

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 дифференциальном зачёте считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

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

3.2 Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путём 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 дифференцированного зачёта

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

15.03.02 Технологические машины и
оборудование

Оборудование нефтегазопереработки

«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

Кафедра «Оборудование и автоматизация
химических производств»

Дисциплина «Учебно-исследовательская работа»

БИЛЕТ №__

1. Критерий Рейнольдса, его физический смысл и определение входящих в него параметров (*контроль знаний*).
2. Рассчитать гидравлические потери в трубопроводе протяжённостью 100 м, диаметром 219х6 мм при движении в нём воды с температурой 25 °С и расходом 50 м³/час. Трубы считать бывшими в эксплуатации (*контроль умений и владений*).
3. Определить гидравлическое сопротивление сухой насадочной колонны: насадка – неупорядоченная из колец Рашига 35х35х4; высота слоя насадки Н = 5 м; скорость газа в свободном сечении аппарата 1 м/с; рабочая среда – воздух; температура воздуха 25 °С; среднее давление в аппарате 0,15 МПа (*контроль умений и владений*).

Заведующий кафедрой

Е.Р. Мошев

(подпись)

«__» _____ 20__ г.