

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: Общая химическая технология
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(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 дисциплины – приобретение знаний об общих закономерностях химико-технологических процессах применительно к основным типам реакторов и химико-технологических систем, закономерностях гомогенных и гетерогенных, каталитических и некаталитических процессов, умение производить основные термодинамические и кинетические расчеты химических реакций.

Задачи дисциплины:

- изучение основных закономерностей химических процессов, технологических особенностей и принципов аппаратурного оформления современных химических и нефтегазоперерабатывающих производств;
- формирование умения выполнять основные химико-технологические расчеты и выбор реакторного оборудования для химических производств в конкретных условиях эксплуатации;
- формирование навыков выполнения химико-технологических расчетов и выбора реакторного оборудования, наиболее полно удовлетворяющего потребностям химической промышленности.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- теоретические закономерности химических процессов;
- критерии оценки технологической эффективности производств;
- основные типы химических процессов;
- промышленный катализ;
- математические модели процессов в химических реакторах;
- структура и описание химико-технологической системы (ХТС);
- сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС;
- важнейшие промышленные химические производства.

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-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, режимы работы и правила эксплуатации технологических машин и оборудования отрасли	Знает технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, режимы работы и правила эксплуатации технологических машин и оборудования отрасли	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет выполнять расчёты параметров технологических машин и оборудования, осуществлять анализ причин отказов оборудования, разрабатывать мероприятия повышения надежности оборудования; проводить анализ нарушений правил технической эксплуатации оборудования.	Умеет выполнять расчёты параметров технологических машин и оборудования, осуществлять анализ причин отказов оборудования, разрабатывать мероприятия повышения надежности оборудования; проводить анализ нарушений правил технической эксплуатации оборудования	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками обеспечения соблюдения правил, инструкций и технических условий при эксплуатации технологического оборудования.	Владеет навыками контроля технического состояния оборудования; обеспечения соблюдения правил, инструкций и технических условий при эксплуатации технологического оборудования	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает технологические регламенты установок; технологические схемы установок; основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации; требования инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности.	Знает технологические регламенты установок; технологические схемы установок; основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации; требования законодательных, нормативных правовых и локальных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда;	Экзамен
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет анализировать причины отказа работы технологического оборудования;	Умеет осуществлять надзор за безопасной эксплуатацией технологического оборудования; анализировать причины отказа работы технологического оборудования;	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками подготовки технической документации на оборудование	Владеет навыками подготовки технической документации на оборудование	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		технологических объектов.	технологических объектов.	
ПК-3.3	ИД-1 ПК-3.3	Знает актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок;	Знает актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок;	Экзамен
ПК-3.3	ИД-2 ПК-3.3	Умеет оформлять результаты научно-исследовательских работ;	Умеет применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;	Защита лабораторной работы
ПК-3.3	ИД-3 ПК-3.3	Владеет навыками разработки чертёжной документации; работы с графическими редакторами; работы в интегрированных информационных системах; проведения экспериментальных работ; обработки результатов экспериментов.	Владеет навыками разработки чертёжной документации; работы с графическими редакторами; работы в интегрированных информационных системах; проведения экспериментальных работ; обработки результатов экспериментов.	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	49	49	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	15	15	
- лабораторные работы (ЛР)	15	15	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	15	15	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	59	59	
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	
6-й семестр				
Введение	1	0	0	0
Предмет и задачи дисциплины. Технология и ее классификация. Приоритетные направления развития современной химической технологии.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теоретические основы химической технологии.	4	0	5	20
<p>Тема 1. Химическое производство и химико-технологический процесс Структура, состав и компоненты химического производства. Иерархическая организация процессов в химическом производстве. Химические процессы и их роль в структуре химического производства. Понятие и структура химико-технологического процесса как основной составляющей химического производства. Классификация ХТП. Критерии оценки эффективности производства: степень превращения, выход, селективность, расходные коэффициенты, производительность, мощность.</p> <p>Тема 2. Общие закономерности химических процессов Равновесие химических реакций. Способы смещения равновесия. Взаимосвязь типа реакций и условий их проведения с технико-экономическими показателями химического производства. Скорость химических процессов. Кинетические уравнения простых, сложных, гомогенных и гетерогенных реакций. Константа скорости, порядок реакции. Способы изменения скорости реакций. Термодинамические и кинетические закономерности как основа выбора оптимального технологического режима. Понятие оптимального технологического режима. Обоснование оптимального технологического режима на примерах промышленных химических процессов.</p> <p>Тема 3. Основные типы химических процессов Характеристика и основные закономерности гомогенных химических процессов. Кинетические модели гомогенных химических процессов. Общие сведения о гетерогенных некаталитических процессах: механизм, равновесие, движущая сила гетерогенных процессов. Стадии гетерогенных процессов. Лимитирующая стадия и ее определение. Характеристика и классификация процессов, протекающих в системе газ – твердое. Кинетические модели процесса. Математическое описание скорости процессов, протекающих во внешне-, внутридиффузионной, кинетической областях. Скорость процессов в системе газ – жидкость при физической и химической абсорбции. Характеристика и классификация процессов в системе твердое-жидкость. Лимитирующая стадия процессов и их кинетические модели. Промышленный катализ. Значение и области применения катализа.</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
Важнейшие технологические характеристики твердых катализаторов. Типы важнейших каталитических процессов химических производств.				
Химико-технологические системы	2	0	2	15
Тема 4. Структура и описание ХТС Химическое производство как система взаимосвязанных потоков, элементов и протекающих в них процессов, основные понятия и определения. Химическое производство как многофункциональная химико-технологическая система (ХТС). Функциональные подсистемы – подготовка сырья, химическое превращение, выделение целевого продукта, утилизация отходов и обезвреживание сточных вод и газообразных выбросов. Общие принципы разработки и создания ХТС. Основные этапы создания химико-технологических процессов. Классификация моделей ХТС. Химическая, принципиальная, технологическая схемы. Типы технологических связей. Материальный и тепловой балансы ХТС и ее подсистем, отдельных элементов.				
Сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС	7	15	8	24
Тема 5. Сырьевая подсистема ХТС Классификация сырья, запасы сырья, вторичные материальные ресурсы. Технические требования, предъявляемые к сырью и материалам. Рациональное и комплексное использование сырьевых ресурсов. Принципы обогащения сырья. Концепция полного использования сырьевых ресурсов. Комбинированные производства и комплексное использование сырья. Вода и воздух в химическом производстве. Водооборотные циклы. Эффективность использования материальных ресурсов. Тема 6. Энергетическая подсистема ХТС Энергия в химическом производстве. Основные виды энергии. Источники энергии. Концепция полного использования энергетических ресурсов. Вторичные энергетические ресурсы. Энергетическая эффективность. Тема 7. Важнейшие промышленные химические производства Химические соединения азота и их значение в народном хозяйстве. Производственная структура азотного предприятия. Производства синтез-газа, синтетического аммиака, метанола и карбамида. Применение минеральных удобрений, их классификация и свойства.				
Заключение	1	0	0	0

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Технические характеристики и экономические показатели лучших отечественных и зарубежных технологий, сравнительный анализ.				
ИТОГО по 6-му семестру	15	15	15	59
ИТОГО по дисциплине	15	15	15	59

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение основных технологических критериев химического производства (степени превращения, выхода продукта)
2	Основные принципы расчета термодинамических характеристик химического процесса
3	Составление кинетических уравнений простых и сложных химических реакций
4	Составление кинетических моделей гетерогенных процессов
5	Определение расходных коэффициентов по сырью и энергии
6	Составление и расчет материальных и тепловых балансов ХТС и ее подсистем

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Каталитический крекинг нефтепродуктов
2	Фракционная разгонка нефтепродуктов
3	Изучение работы газлифтного подъемника сточных вод
4	Адсорбционная очистка сточных вод
5	Деминерализация воды ионообменным способом

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

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

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

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Бесков В. С. Общая химическая технология : учебник для вузов / В. С. Бесков. - М.: Академкнига, 2006.	19
2	Загидуллин С. Х. Общая химическая технология : учебное пособие для вузов / С. Х. Загидуллин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	21

3	Кутепов А. М. Общая химическая технология : учебник для вузов / А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен. - М.: Академкнига, 2007.	50
4	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	Важнейшие химические производства / И. П. Мухленов [и др.]. - Москва: , Альянс, 2016. - (Общая химическая технология : учебник для вузов : в 2 частях; Ч. 2).	3
2	Загидуллин С. Х. Общая химическая технология : конспект лекций / С. Х. Загидуллин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.	3
3	Теоретические основы химической технологии / И. П. Мухленов [и др.]. - Москва: , Альянс, 2016. - (Общая химическая технология : учебник для вузов : в 2 частях; Ч. 1).	3
2.2. Периодические издания		
1	Журнал прикладной химии / Российская академия наук. Отделение химии и наук о материалах. - Санкт-Петербург: Наука, 1928 - .	
2	Теоретические основы химической технологии : журнал / Российская академия наук. Отделение химии и науки о минералах. - Москва: Наука, 1967 - .	
3	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 - .	
4	Химическое и нефтегазовое машиностроение : международный научно-технический и производственный журнал / Российская инженерная академия; Газпром; Московский государственный университет инженерной экологии. - Москва: Изд-во МГУИЭ, 1932 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
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)
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
Основная литература	Федотова О. А. Общая химическая технология : учебно-методическое пособие / О. А. Федотова, А. Р. Кобелева, Г. Е. Тюленева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks233941	локальная сеть; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
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
Лабораторная работа	Лаборатория Общей химической технологии и химических реакторов	1
Лекция	Мультимедийная аудитория на 20 посадочных мест с доской	1
Практическое занятие	Аудитория на 20 посадочных мест с доской	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Общая химическая технология»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль) образовательной программы:	Оборудование нефтегазопереработки (СУОС)
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Выпускающая кафедра:	Оборудование и автоматизация химических производств
Форма обучения:	Очная
Курс: 3	Семестр: 6
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.
Форма промежуточной аттестации:	
Экзамен:	6 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 одного семестра (6-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретённых владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических заданий, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. 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	ОЛТ	РТ/КР	Экзамен
Усвоенные знания					
З.1 Перспективы технического развития химических предприятий		ТО		РТ1	ТВ
З.2 Технические требования, предъявляемые к сырью, материалам и готовым продуктам.		ТО			ТВ
З.3 Основные технические и конструкционные особенности химических производств и оборудования	С				ТВ
З.4 Способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов сырьевых ресурсов	С				ТВ
З.5 Способы интенсификации химико-технологических процессов		ТО		КР1	ТВ
Освоенные умения					
У.1 Анализировать математические модели типовых процессов химической технологии					ПЗ
У.2 Оценивать состав и свойства и побочных продуктов с целью возможности разработки новых технологических процессов, обеспечивающих наиболее полное их использование			ОЛР4, ОЛР5		ПЗ
У.3 Анализировать и обосновывать оптимальные параметры технологических процессов			ОЛР3	РТ2	ПЗ
Приобретённые владения					
В.1 Владеет специальной терминологией					КЗ
В.2 Владеет методами составления тепловых и материальных балансов химических аппаратов и установок			ОЛР2		КЗ
В.3 Владеет методами кинетического анализа и моделирования химических реакторов			ОЛР1	КР2	КЗ

С – собеседование для анализа усвоения материала предыдущей лекции; ТО – теоретический опрос; ОЛР – отчет по лабораторной работе; РТ/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимого с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивая результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности 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 бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1 Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой по теме. Результаты по четырех балльной шкале в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексной оценки усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретённых владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1 Защита лабораторных работ

Всего запланировано 5 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

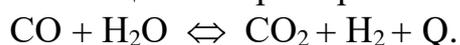
Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежное тестирование (контрольная работа)

Согласно РПД запланировано два рубежных тестирования (РТ) и две рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первое тестирование и КР по модулю 1 «Теоретические основы химической технологии», второе тестирование и КР - по модулю 2 «Химико-технологические системы».

Типовые задания первого РТ:

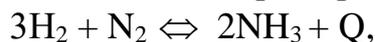
1. Обосновать согласно принципу Ле-Шателье влияние давления и температуры на смещение вправо равновесия реакции:



Варианты ответов:

- 1) *понижение давления и понижение температуры;*
- 2) *повышение давления и повышение температуры;*
- 3) *понижение температуры при неизменном давлении;*
- 4) *повышение температуры и понижение давления.*

2. Обосновать согласно принципу Ле-Шателье влияние давления и температуры на смещение вправо равновесия реакции



Варианты ответов:

- 1) *понижение давления и понижение температуры;*
- 2) *повышение давления и понижение температуры;*
- 3) *понижение температуры при неизменном давлении;*
- 4) *повышение температуры и понижение давления.*

3. Указать уравнение Аррениуса.

Варианты ответов:

- 1) $w_r = k \cdot C_A^2 \cdot C_B^{0,25}$; 2) $k = k_0 \exp(-E / RT)$;
- 3) $w_{r,j} = \pm \frac{1}{j} \cdot \frac{1}{V} \cdot \frac{dn_j}{d\tau}$; 4) $w_{r,j} = \pm \frac{1}{j} \cdot \frac{1}{F} \cdot \frac{dn_j}{d\tau}$.

4. Указать основной способ ускорения гетерогенных реакций в системе газ – твердое, протекающих во внешней диффузионной области.

Варианты ответов:

- 1) *интенсификация перемешивания газовой фазы;*
- 2) *повышение температуры;*
- 3) *повышение давления;*
- 4) *измельчение твердых частиц.*

Типовые задания второго РТ:

1. Н – катионирование воды используется для...

Варианты ответов:

- 1) *деаэрации воды;*
- 2) *обессоливания воды;*
- 3) *умягчения воды;*
- 4) *уменьшения коррозионной активности воды.*

2. Деаэрация воды используется для...

Варианты ответов:

- 1) осветления воды;
- 2) умягчения воды;
- 3) уменьшения коррозионной активности и улучшения теплофизических характеристик водяного пара;
- 4) обессоливания воды.

3. Низшая теплотворная способность топлива это...

Варианты ответов:

- 1) количество тепла, выделяющегося при неполном сгорании топлива;
- 2) количество тепла, выделяющегося при полном сгорании топлива без учета теплоты конденсации из топочных газов водяных паров;
- 3) количество тепла, выделяющегося при полном сгорании топлива с учетом тепловых потерь в топке;
- 4) количество тепла, выделяющегося при сгорании топлива при недостатке воздуха.

4. Жаропроизводительность топлива это ...

Варианты ответов:

- 1) температура, развиваемая при сгорании топлива в кислороде;
- 2) температура, развиваемая при сгорании топлива в избытке воздуха;
- 3) температура, развиваемая при сгорании топлива в адиабатических условиях при коэффициенте избытка воздуха, равном нулю;
- 4) температура, развиваемая при сгорании топлива в избытке кислорода.

Типовые задания первой КР:

1. Определить производительность катализатора синтеза аммиака (в кг $\text{NH}_3/(\text{ч}\cdot\text{м}^3)$), если расход азотоводородной смеси составляет 20 000 м^3 , содержание аммиака в газе после реактора – 20 % (об), объем катализатора в реакторе 1,5 м^3 .

2. При взаимодействии диоксида углерода с углеродом (реакция газификации твердого топлива) при температуре 1000 $^{\circ}\text{C}$ и давлении $30\cdot 10^5$ в равновесном газе содержится 17 % (об.) CO_2 . Определить содержание CO_2 в равновесном газе при $20\cdot 10^5$.

Типовые задания второй КР:

1. Определить равновесный выход аммиака при его синтезе из азотоводородной смеси стехиометрического состава при 580 $^{\circ}\text{C}$ и давлении $300\cdot 10^5$ Па (300 ат):

$$\lg K_p = -2074,8/T + 2,4943T + 1,256\cdot 10^{-4} - 1,8564\cdot 10^{-7}T^2 - 2,206.$$

2. Определить выход CO_2 при конверсии CO водяным паром, если в исходной парогазовой смеси отношение $\text{H}_2\text{O} : \text{CO} = 3$ (по объему). Константа равновесия $K_p = 0,15$.

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

2.3 Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех

лабораторных работ и практических заданий, 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 приобретённых владений всех заявленных компетенций.

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

2.3.1 Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Роль химической технологии в развитии экономики страны. Краткие исторические сведения.
2. Классификация химических реакций, используемых в химической промышленности.
3. Основные критерии технологической эффективности химических реакций (степень превращения сырья, селективность и выход продукта).
4. Основы химической кинетики. Кинетические уравнения химических реакций. Уравнение Аррениуса.
5. Гетерогенно-каталитические процессы и их механизм.
6. Сырьевая база химической промышленности. Классификация сырья.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Сделать вывод о технологической эффективности химических реакций (по известной степени превращения сырья и интегральной селективности процесса определить выход целевого продукта).
2. Проанализировать выбор наиболее рационального метода обогащения на примере калийных руд.

Типовые комплексные задания для контроля приобретённых владений:

1. Провести анализ методов смещения равновесия химических реакций с использованием принципа Ле-Шателье.
2. Провести анализ методов ускорения химических реакций с использованием уравнения Аррениуса.
3. Провести анализ методов нахождения лимитирующих стадий гетерогенных процессов.
4. Выбрать методы интенсификации гетерогенных процессов, протекающих во внешней диффузионной области.
5. Выбрать наиболее эффективный способ охлаждения оборотной воды.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по

4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

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

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Пример типовой формы экзаменационного билета приведён в Приложении А.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет»
(ПНИПУ)

15.03.02 «Технологические машины
и оборудование»

Кафедра
«Оборудование и автоматизация
химических производств»

Дисциплина
«Общая химическая технология»

БИЛЕТ № 1

1. Предмет и задачи курса «Общая химическая технология». Классификация основных процессов химической технологии (контроль знаний).
2. Оценка влияния основных технологических факторов на величину скорости гетерогенных процессов (контроль умений).
3. Выбрать наиболее эффективный способ охлаждения оборотной воды, образующейся после теплообменников.

Профессор

_____ С.Х. Загидуллин
(подпись)

« » _____ 20__ г.