

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: Процессы и аппараты нефтегазопереработки
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 216 (6)
(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

приобретение студентами знаний по теоретическим основам процессов, проходящих при переработке нефти и газа, их математического описания, моделирования и оптимизации, по устройству и принципу действия основных типовых аппаратов, используемых при нефтегазопереработке, умений производить расчеты процессов и аппаратов, формирование навыков обслуживания указанного оборудования.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- физико-химические и теплофизические свойства перерабатываемых веществ при нефтегазопереработке;
- теоретические основы гидромеханических и тепло-массообменных процессов при нефтегазопереработке;
- методы расчета процессов и аппаратов;
- принципиальные устройства основных технологических аппаратов;
- оптимальные режимы работы аппаратов в составе технологических схем.

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
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	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-3ПК-1.1	Владеет навыками контроля технического состояния оборудования; 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	Экзамен
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 применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;	Умеет применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;	Экзамен
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.	Экзамен

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:	86	86	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	28	28	
- лабораторные работы (ЛР)	28	28	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	28	28	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	94	94	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)	36	36	
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

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
6-й семестр				
Введение	1	0	0	0
Предмет и задачи курса «Процессы и аппараты нефтегазопереработки». Место дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников. Классификация основных процессов и аппаратов. Общие сведения и понятия.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 1. Гидромеханические процессы	5	6	4	16
<p>Тема 1. Основные физико-химические свойства углеводов и нефтепродуктов. Общие физические свойства: плотность, поверхностное натяжение, вяз-кость, сжимаемость. Тепловые свойства: средняя температура кипения, средняя молекулярная масса, теплоемкость, энтальпия, теплопроводность. Давление пара, фугитивность.</p> <p>Тема 2. Разделение неоднородных систем осаждением и фильтрованием. Движущая сила процессов разделения в отстойниках. Интенсификация процессов разделения с помощью деэмульгаторов. Разделение эмульсий в электродегидраторах. Принципиальные схемы фильтров. Способы создания движущей силы. Конструктивное исполнение фильтров, их сравнительный анализ.</p> <p>Тема 3. Разделение неоднородных систем в поле центробежных сил. Основные закономерности процесса разделения. Движущая сила, фактор разделения. Конструкции циклонов и центрифуг.</p>				
Раздел 2. Теплообменные процессы	10	10	4	22
<p>Тема 4. Основы теплопередачи. Способы передачи тепла. Тепловой баланс. Основные характеристики интенсивности передачи тепла. Основное уравнение теплопередачи. Передача тепла теплопроводностью. Передача тепла конвекцией. Тепловое подобие. Основные схемы взаимного движения теплоносителей. Средняя разность температур.</p> <p>Тема 5. Нагревание, охлаждение. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической ап-паратуре. Нагревание водяным паром. Нагревание высокотемпературными органическими теплоносителями и топочными газами. Охлаждение: охлаждающие агенты, испарительное охлаждение в бассейнах и градирнях. Конструкции теплообменников. Расчет теплообменной аппаратуры.</p> <p>Тема 6. Конденсация. Конденсация пара и ее использование в нефтегазопереработке. Теплоотдача при конденсации. Особенности конденсации пара из парогазовых смесей. Конструкции конденсаторов.</p> <p>Тема 7. Трубчатые печи. Назначение и классификация трубчатых печей. Основные законы теплового излучения твердых тел и газа. Расчет горения топлива. Тепловой</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
баланс трубчатой печи				
Раздел 3. Массообменные процессы	12	12	20	20
<p>Тема 8. Основы теории массопередачи. Статика диффузионных процессов. Фазовое равновесие. Молекулярная и конвективная диффузия. Дифференциальное уравнение конвективного массообмена. Основные критерии диффузионного подобия. Обобщенное критериальное уравнение. Основное уравнение массопередачи. Средняя движущая сила, число единиц переноса, их расчет. Основные методы расчета массообменной аппаратуры.</p> <p>Тема 9. Абсорбция. Физическая сущность абсорбции, ее применение в нефтегазопереработке; выбор абсорбента. Равновесие при абсорбции, закон Генри. Материальный и тепловой балансы. Оптимальный расход абсорбента. Десорбция. Принципиальные схемы абсорбционных процессов. Конструкции абсорберов, их расчет.</p> <p>Тема 10. Простая перегонка. Ректификация. Фазовое равновесие в системе пар - жидкость для бинарных и много-компонентных систем. Простая перегонка жидкостей. Физическая сущность процесса ректификации. Схемы установок для периодической и непрерывной ректификации. Материальный баланс, уравнения рабочих линий; минимальное и рабочее флегмовое число. Техничко-экономическая оптимизация флегмового числа. Тепловой баланс ректификации; способы образования флегмы и подвода тепла в куб колонны. Ректификация многокомпонентных смесей. Экстрактивная и азеотропная ректификация. Конструкции ректификационных аппаратов, их расчет.</p> <p>Тема 11. Адсорбция. Физическая сущность процесса адсорбции. Промышленные адсорбенты, их характеристика и области применения. Равновесие в процессе адсорбции. Десорбция и регенерация адсорбентов. Материальный баланс адсорбции. Кинетика адсорбции. Типовые конструкции адсорберов периодического и непрерывного действия.</p> <p>Тема 12. Экстракция. Основные закономерности экстракции. Достоинства экстракции по сравнению с ректификацией, выпариванием. Устройство и принцип действия экстракторов. Одноступенчатая и многоступенчатая экстракция из двухкомпонентных растворов. Расчет материальных балансов.</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
Курсовой проект	0	0	0	36
Выполнение курсового проекта				
ИТОГО по 6-му семестру	28	28	28	94
ИТОГО по дисциплине	28	28	28	94

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение свойств жидкостей и газов для разных условий с использованием расчетных зависимостей, таблиц и графиков
2	Расчет скорости осаждения частиц и размеров отстойников
3	Расчет циклона. Выбор технологического типа и расчет центрифуг
4	Расчет тепловой нагрузки, движущей силы, коэффициентов тепло-отдачи и теплопередачи при нагревании и охлаждении сред
5	Определение оптимальных размеров нагревателей и охладителей
6	Расчет коэффициентов теплоотдачи при кипении и конденсации. Расчет поверхностных и смешительных конденсаторов
7	Расчет горения жидкого и газообразного топлива
8	Расчет коэффициентов диффузии, массоотдачи и массопередачи, движущей силы и числа единиц переноса
9	Расчет оптимального расхода абсорбента и размеров абсорберов
10	Определение материальных расходов и концентраций компонента. Расчет размеров ректификационных колонн
11	Определение расходов адсорбента и экстрагента

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование теплопередачи в кожухотрубном теплообменнике
2	Исследование теплопередачи в пластинчатом теплообменнике
3	Исследование процесса абсорбции аммиака
4	Исследование процесса ректификации бинарного раствора

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
--------	---

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Проект холодильника-конденсатора для конденсации и охлаждения насыщенного пара бутилового спирта оборотной водой
2	Проект кожухотрубчатого теплообменника для нагрева воды до тем-пературы кипения
3	Проект теплообменника «труба в трубе» для конденсации насыщенного пара ацетона
4	Запроектировать насадочную ректификационную колонну для разделения бинарной смеси метиловый спирт-вода
5	Проект тарельчатой ректификационной колонны для разделения бинарной смеси этиловый спирт-вода
6	Проект ректификационной колонны для разделения бинарной смеси хлороформ-бензол
7	Проект насадочного абсорбера для поглощения диоксида углерода
8	Проект пленочного абсорбера с водяным охлаждением для поглощения аммиака водой
9	Запроектировать ректификационную колонну с колпачковыми тарелками для разделения раствора пентан-гексан
10	Проект тарельчатого абсорбера для поглощения хлористого водорода водой

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	Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. - Москва: Альянс, 2009.	4
2	Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию : учебное пособие для вузов / Г. С. Борисов [и др.]. - Москва: Альянс, 2010.	20
3	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. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Машины и аппараты химических производств : учебник для вузов / И. И. Поникаров [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1989.	26
2	Основы проектирования химических производств : учебник для вузов / В.И. Косинцев [и др.]. - М.: Академкнига, 2005.	9
3	Основы теории процессов химической технологии / Д. А. Баранов [и др.]. - Москва: , Логос, 2000. - (Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование : учебное пособие для вузов; Т. 1).	29
4	Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа : учебное пособие для вузов / С.А. Ахметов [и др.]. - Санкт-Петербург: Недра, 2006.	78
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 - .	
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
2	Ч. 2 / И. Г. Ложкин [и др.]. - Пермь: , Изд-во ПНИПУ, 2019. - (Процессы и аппараты химической технологии : лабораторный практикум : в 2 ч.; Ч. 2).	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)
Основная 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

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.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
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/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.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
Курсовой проект	Аудитория для проведения лекционных занятий, стол преподавателя, столы, стулья	20
Лабораторная работа	Лаборатория процессов и аппаратов химической технологии, стол преподавателя, столы, стулья	1
Лекция	Аудитория для проведения лекционных занятий, мультимедийный комплекс на базе проектора, стол преподавателя, столы, стулья	20
Практическое занятие	Аудитория для проведения практических занятий, мультимедийный комплекс на базе проектора, стол преподавателя, столы, стулья	20

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
«Процессы и аппараты нефтегазопереработки»
*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:	6 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	216 ч.
Форма промежуточной аттестации:	
Экзамен – 6 семестр	
Курсовой проект – 6 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 (6-го семестра учебного плана) и включает 3 раздела. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов.

В 6-м семестре предусмотрено выполнение курсового проекта.

В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенции *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 приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических заданий, защите курсового проекта, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзаменов. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1– Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Промежуточный	
	ТО	ТКР	ОЛР	РТ/КР	КП	Экзамен
Усвоенные знания						
3.1 знать теоретические основы гидромеханических и тепло-массообменных процессов, используемых при нефтегазопереработке;	ТО	ТКР1	ОЛР1- ОЛР4	РТ1 РТ2	КП	ТВ
3.2 знать принципиальное устройство аппаратов для нефтегазопереработки, методы определения оптимальных режимов их работы;			ОЛР1- ОЛР4		КП	ТВ
3.3 знать современные методы расчета основных технологических процессов, проектирования аппаратов;	ТО	ТКР2	ОЛР1- ОЛР4	КР2	КП	ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь определять физико-химические и теплофизические свойства перерабатываемых веществ при нефтегазопереработке;		ТКР2	ОЛР1- ОЛР4	КР1	КП	ПЗ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Промежуточный	
	ТО	ТКР	ОЛР	РТ/КР	КП	Экзамен
У.2 уметь использовать теоретические закономерности при анализе процессов в нефтегазопереработке;			ОЛР1-ОЛР4		КП	ПЗ
У.3 уметь выполнять расчёт основных процессов и аппаратов нефтегазопереработки с учетом производительности, свойств материалов и условий эксплуатации			ОЛР1-ОЛР4	КР2	КП	ПЗ
У.4 уметь определять оптимальные режимы работы аппаратов					КП	ПЗ
У.5 пользоваться технической и нормативной документацией.					КП	ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 владеть навыками расчета и выбора типовых аппаратов для решения конкретных производственных задач.			ОЛР1-ОЛР4		КП	

ТО – теоретический опрос; ТКР – текущая контрольная работа по теме; ОЛР – отчет по лабораторной работе; РТ/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание, КП – курсовое проектирование.

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

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания

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 проводится в форме тестовых заданий, решения задач, собеседования или выборочного теоретического опроса студентов по темам модуля. 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 (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

Количество запланированных лабораторных работ указано в РПД дисциплины. 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)

Рубежные тестирования (РТ) и контрольные работы (КР) запланированы после освоения студентами учебных разделов дисциплины.

Типовые задания рубежного тестирования:

1. Укажите размерность коэффициента динамической вязкости:

$$1) \frac{H}{c \cdot m}; \quad 2) \frac{Па}{m^2}; \quad 3) \frac{H \cdot c}{m^2}; \quad 4) \frac{кг}{c \cdot m}$$

2. Укажите формулу для фактора разделения центрифуги радиусом R :

$$1) K_P = \frac{w^2}{R}; \quad 2) K_P = \frac{w}{g \cdot R}; \quad 3) K_P = \frac{w^2 \cdot g}{R}; \quad 4) K_P = \frac{w^2}{g \cdot R}$$

3. Укажите размерность коэффициента теплоотдачи K :

$$1) \frac{Дж}{m^2 \cdot град}; \quad 2) \frac{Дж}{c \cdot m^2 \cdot град}; \quad 3) \frac{Вт}{c \cdot m^2}; \quad 4) \frac{Вт}{m^2}$$

4. Укажите формулу для определения критерия Нуссельта:

$$1) Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}; \quad 2) Nu = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g}; \quad 3) Nu = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}; \quad 4) Nu = \frac{\mu \cdot c_p}{\lambda}$$

5. Укажите формулу для определения диффузионного критерия Пекле:

$$1) Pe = \frac{\beta \cdot l}{\lambda}; \quad 2) Pe = \frac{w \cdot l}{D}; \quad 3) Pe = \frac{\mu \cdot c_p}{D}; \quad 4) Pe = \frac{\mu}{\rho \cdot D}$$

6. С увеличением флегмового числа в процессе ректификации
- 1) уменьшается движущая сила процесса;
 - 2) увеличивается число тарелок в колонне;
 - 3) увеличивается требуемая высота аппарата;
 - 4) возрастают затраты тепла на испарение жидкости.
7. Закон Дальтона для процесса абсорбции запишется:
- 1) $P^* = E \cdot x$;
 - 2) $P = \Pi \cdot y$;
 - 3) $C = K - \Phi + 2$;
 - 4) $y^* = m \cdot x$
8. Основной целью расчета массообменного аппарата по кинетической кривой является определение
- 1) числа теоретических тарелок;
 - 2) числа действительных тарелок;
 - 3) высоты слоя насадки;
 - 4) поверхности массообмена.

Результаты тестирования по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Типовые задания контрольной работы:

1. Найти критерий Прандтля для воды при температуре $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ и атмосферном давлении.
 - 1) 1,66;
 - 2) 2,98;
 - 3) 0,44;
 - 4) 13,7
2. Определить удельную теплоту парообразования r (кДж/кг) для воды при давлении 0,4 МПа.
 - 1) 2270;
 - 2) 1715;
 - 3) 2141;
 - 4) 2320
3. Определить среднюю движущую силу при противоточном движении теплоносителей, если холодный теплоноситель нагревается от $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, а горячий теплоноситель охлаждается при этом от $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $110\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. Рассчитать диаметр абсорбера D (м), если расход газа составляет $12000\text{ м}^3/\text{ч}$, а фиктивная скорость – $1,2\text{ м/с}$.
 - 1) 1,53;
 - 2) 1,88;
 - 3) 2,02;
 - 4) 0,84
5. Определить число единиц переноса No_y , если средняя движущая сила ΔY_{cp} равна $0,0079$ кмоль/кмоль, начальная концентрация составляет $0,0639$ кмоль/кмоль, а конечная – $0,00128$ кмоль/кмоль.
 - 1) 2,14;
 - 2) 4,32;
 - 3) 7,93;
 - 4) 11,05
6. Определить расход пара D (кг/ч), выходящего из ректификационной колонны, если расход дистиллята составляет 820 кг/ч , а флегмовое число равно $3,16$.
 - 1) 2413,8;
 - 2) 1543,4;
 - 3) 3411,2;
 - 4) 4516,3

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

Полный комплект заданий для рубежных контрольных работ и рубежного тестирования хранится на выпускающей кафедре.

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 экзаменов по дисциплине устно по билетам и защиты курсового проекта.

Выполнение курсового проекта призвано выявить способности студентов на основе полученных знаний самостоятельно решать конкретные практические задачи по одному из разделов, изучаемых по дисциплине, а также направлено на формирование соответствующих компетенций. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.3.1 Типовые вопросы и задания для экзаменов по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Теплопроводность. Уравнение Фурье. Коэффициент теплопроводности, его значения для различных сред, материалов. Понятие о плотности теплового потока.
2. Конвективный теплообмен: механизм процесса, уравнение Ньютона, коэффициент теплоотдачи.
3. Движущая сила тепловых процессов, расчет средней движущей силы при различном направлении движения теплоносителей.
4. Молекулярная диффузия. Закон Фика. Коэффициент диффузии, его размерность и численные значения.
5. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
6. Фазовое равновесие бинарных смесей. Закон Рауля. P-X, t-x-y, Y-X диаграммы равновесия для идеальных растворов.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Записать тепловой баланс для подогревателя жидкой среды. Выразить расход горячего теплоносителя.
2. Определить среднюю движущую силу в теплообменнике при противоточном и прямоточном движении сред.
3. Указать порядок определения коэффициента теплоотдачи.
4. Составить тепловой баланс ректификационной колонны.
5. Указать методы расчета насадочного абсорбера.
6. Записать уравнения рабочих линий для ректификационной колонны непрерывного действия.

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

кафедре.

Типовые темы курсовых проектов

1. Рассчитать и запроектировать теплообменник для нагревания бензольно-толуольной среды.
2. Проект абсорбера для поглощения аммиака из смеси с воздухом.
3. Проект ректификационной установки для разделения раствора метилового спирта в воде.
4. Рассчитать и запроектировать конденсатор насыщенных паров нитробензола.

Критерии и шкалы оценивания приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

Полный комплект заданий для курсового проектирования хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2 Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене и при защите курсового проекта

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 и защиты курсового проекта.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена и защите курсового проекта 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 дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

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.

Приложение 1 – Типовая форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»	15.03.02 Технологические машины и оборудование Оборудование нефтегазопереработки <i>Кафедра «Оборудование и автоматизация химических производств»</i>
Дисциплина «Процессы и аппараты нефтегазопереработки»	
БИЛЕТ № 2	
1. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенок (<i>контроль знаний</i>). 2. Записать тепловой баланс для подогревателя жидкой среды. Выразить расход горячего теплоносителя (<i>контроль умений и владений</i>). 3. Указать способы компенсации температурных удлинений (<i>контроль умений и владений</i>).	
Составил _____ М.А. Ромашкин (подпись)	
Заведующий кафедрой _____ Е.Р. Мошев (подпись)	
« ____ » _____ 20__ г.	