

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

« 02 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Основные процессы и аппараты химической технологии
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(код и наименование направления)

Направленность: Автоматизация химико-технологических процессов и производств (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков по теории гидромеханических и тепловых процессов автоматизированных производств.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Технологические процессы автоматизированных производств, основные аппараты гидромеханических и тепловых процессов.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает основные законы естественно-научных и инженерных дисциплин, методы математического анализа и моделирования.	Знает требования нормативных правовых актов российской Федерации, локальных нормативных актов, распорядительных документов и технической документации в области эксплуатации технических средств АСУТП; виды, технико-эксплуатационные характеристики, конструктивные особенности, режимы работы технических средств АСУТП; технологии автоматизируемых процессов добычи, переработки, транспорта, хранения, распределения углеводородного сырья, в том числе вспомогательных; технологические схемы обслуживаемых объектов добычи, переработки, транспорта, хранения, распределения углеводородного сырья; основы системотехники; основы микропроцессорной техники, телемеханики; структурную схему технических средств АСУТП; схему электропитания технических средств АСУТП; назначение, устройство и принцип работы оборудования производственных объектов, эксплуатируемых в организации нефтегазовой отрасли; нормативные и предельные параметры работы технических средств АСУТП; характеристики отказов технических	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			<p>средств АСУТП;назначение, устройство и принципы работы контрольно-измерительных приборов, диагностического оборудования и инструментов; порядок проведения заводских, автономных и комплексных предварительных испытаний технических средств АСУТП; номенклатуру и нормы расхода МТР в области АСУТП; порядок расследования аварий, инцидентов, отказов на технологических объектах нефтегазовой отрасли;порядок ведения эксплуатационной и технической документации; стандарты, технические регламенты, руководства (инструкции), устанавливающие требования к формированию отчетности в области эксплуатации средств АСУТП; правила работы на персональном компьютере на уровне пользователя, используемое программное обеспечение по направлению деятельности; требования охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности</p>	
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет использовать программные продукты при оформлении результатов выполненных работ.	Умеет читать схемы, чертежи и техническую документацию общего и специального назначения; проводить мониторинг эксплуатации технических средств АСУТП; анализировать влияние неисправностей в работе	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			<p>технических средств АСУТП на параметры технологического процесса; выявлять отклонения в работе технических средств АСУТП; определять причины изменений и отклонений от нормативных (допустимых) величин параметров работы технических средств АСУТП; выявлять необходимость корректировки параметров работы технических средств АСУТП; настраивать параметры реализованных в АСУТП функций управления, в том числе коэффициенты автоматических регуляторов технологических параметров; оценивать состояние технических средств АСУТП; выявлять дефекты, определять причины неисправности технических средств АСУТП; определять пригодность технических средств АСУТП к дальнейшей эксплуатации; оценивать потребность в МТР в области АСУТП; определять необходимость калибровки и поверки технических средств АСУТП; производить наладку технических средств АСУТП в рамках их эксплуатации; выявлять причины отказов технических средств АСУТП; анализировать причины отказов технических средств АСУТП и нарушений технологического процесса; анализировать статистику отказов</p>	

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			<p>технических средств АСУТП; формировать информацию о выполнении предписаний органов контроля и надзора, касающихся эксплуатации технических средств АСУТП; формировать отчетную документацию в области эксплуатации технических средств АСУТП; оформлять техническую, эксплуатационную и оперативную документацию в рамках эксплуатации технических средств АСУТП; формировать технические требования к заданиям на проектирование технических средств АСУТП; проводить испытания технических средств АСУТП; оценивать риски и ограничения при замене и реконструкции технических средств АСУТП; подбирать подходящие конфигурации технических средств АСУТП; обеспечивать соблюдение требований промышленной, пожарной, экологической безопасности и охраны труда; пользоваться персональным компьютером и его периферийными устройствами, оргтехникой; пользоваться специализированным программным обеспечением</p>	
ПК-2.1	ИД-ЗПК-2.1	Владеет навыками составления докладов и презентаций, защиты результатов проделанной работы перед	Владеет навыками мониторинга работы и диагностики технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли;	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		коллективом.	определения отклонений параметров работы технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли от заданных режимов; определения неисправностей в работе технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли в рамках их эксплуатации; принятия мер по восстановлению параметров работы технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; планирования МТР по направлению АСУТП нефтегазовой отрасли на производственно-эксплуатационные нужды; сопровождения проведения калибровки и поверки технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; настройки автоматических регуляторов, наладки технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли в рамках их эксплуатации; калибровки измерительных каналов технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли, контроля проведения их поверки; координации деятельности по выполнению предписаний органов контроля и надзора, касающихся эксплуатации технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; формирования отчетности в области эксплуатации технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; ведения эксплуатационной и оперативной документации в соответствии с	

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			<p>инструкциями по эксплуатации средств АСУТП нефтегазовой отрасли; координации деятельности по соблюдению требований охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности на технологических объектах нефтегазовой отрасли в области АСУТП; работы в составе комиссий по проведению заводских, автономных и комплексных предварительных испытаний технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; подготовки предложений в состав технических требований к заданиям на проектирование технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; подготовки исходных данных для проектирования технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; формирования информации по выполнению предписаний органов контроля и надзора, касающихся эксплуатации технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; координации деятельности по выполнению мероприятий, направленных на предупреждение отказов технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; учета наличия и состава неснижаемого запаса МТР в области АСУТП нефтегазовой отрасли; подготовки предложений по</p>	

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			формированию текущих и перспективных планов замены или реконструкции технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли	
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает состав работ, периодичность и регламент проведения ТОиР, ДО технических средств АСУТП; виды дефектов технических средств АСУТП и способы их устранения; требования к составлению дефектных ведомостей на ремонт; номенклатуру и нормы расхода МТР при проведении ТОиР, ДО технических средств АСУТП; состав, содержание и порядок составления документации по сопровождению ТОиР, ДО средств АСУТП; методы и средства технического контроля проведения ТОиР, ДО технических средств АСУТП; сезонные особенности эксплуатации технических средств АСУТП	Знает состав работ, периодичность и регламент проведения ТОиР, ДО технических средств АСУТП; виды дефектов технических средств АСУТП и способы их устранения; требования к составлению дефектных ведомостей на ремонт; номенклатуру и нормы расхода МТР при проведении ТОиР, ДО технических средств АСУТП; состав, содержание и порядок составления документации по сопровождению ТОиР, ДО средств АСУТП; методы и средства технического контроля проведения ТОиР, ДО технических средств АСУТП; сезонные особенности эксплуатации технических средств АСУТП	Тест
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет применять результаты ДО технических средств АСУТП; составлять графики и планы проведения ТОиР, ДО технических средств АСУТП; формировать дефектные ведомости на ремонт, акты обследования технических средств АСУТП; оценивать потребность в МТР для проведения ТОиР, ДО	Умеет применять результаты ДО технических средств АСУТП; составлять графики и планы проведения ТОиР, ДО технических средств АСУТП; формировать дефектные ведомости на ремонт, акты обследования технических средств АСУТП; оценивать потребность в МТР для проведения ТОиР, ДО технических	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>технических средств АСУТП; определять комплектность технических средств АСУТП и качество МТР в области АСУТП; определять состав и объем работ при проведении ТОиР, ДО технических средств АСУТП; осуществлять демонтаж, монтаж технических средств АСУТП; проводить чистку, смазку элементов технических средств АСУТП; проводить внешний осмотр технических средств АСУТП Выявлять механические повреждения технических средств АСУТП; проверять работоспособность локальной сети с формированием аварийного сообщения на верхний уровень управле</p>	<p>средств АСУТП; определять комплектность технических средств АСУТП и качество МТР в области АСУТП; определять состав и объем работ при проведении ТОиР, ДО технических средств АСУТП; осуществлять демонтаж, монтаж технических средств АСУТП; проводить чистку, смазку элементов технических средств АСУТП; проводить внешний осмотр технических средств АСУТП Выявлять механические повреждения технических средств АСУТП; проверять работоспособность локальной сети с формированием аварийного сообщения на верхний уровень управления при нарушении связи; выявлять и устранять неисправности в работе технических средств АСУТП; оценивать качество производства работ по ТОиР, ДО технических средств АСУТП; идентифицировать опасности и оценивать риски при выполнении работ по ТОиР, ДО технических средств АСУТП; проверять проектную и рабочую документацию на соответствие требованиям нормативно-технической документации и техническим характеристикам объекта нефтегазовой отрасли в области АСУТП; составлять акты на прием</p>	

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			из ремонта и сдачу в ремонт технических средств АСУТП; формировать документацию по сопровождению ТОиР, ДО технических средств АСУТП, разрешения и допуски для производства работ на объектах АСУТП	
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет навыками разработки графиков ТОиР, ДО технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; подготовки проектов планов проведения ТОиР, ДО технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; разработки регламентов, технологических карт технического обслуживания технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; проведения работ по выводу и вводу в работу технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли при проведении ТОиР, ДО; составления дефектных ведомостей на ремонт, актов обследования технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; планирования МТР для проведения ТОиР, ДО технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; контроля поступления и использования МТР в рамках ТОиР, ДО технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; координации деятельности по входному контролю комплектности техническ	Владеет навыками разработки графиков ТОиР, ДО технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; подготовки проектов планов проведения ТОиР, ДО технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; разработки регламентов, технологических карт технического обслуживания технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; проведения работ по выводу и вводу в работу технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли при проведении ТОиР, ДО; составления дефектных ведомостей на ремонт, актов обследования технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; планирования МТР для проведения ТОиР, ДО технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; контроля поступления и использования МТР в рамках ТОиР, ДО технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; координации деятельности по входному контролю комплектности технических средств АСУТП нефтегазовой	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			<p>отрасли, качества МТР в области АСУТП нефтегазовой отрасли; замены технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли согласно утвержденным графикам; проведения ТОиР технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; оформление актов на прием из ремонта и сдачу в ремонт технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; проверка и приемка исполнительной документации по ТОиР, ДО средств АСУТП нефтегазовой отрасли; контроля соблюдения требований охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности при проведении работ по ТОиР, ДО технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли; ведения документации по сопровождению ТОиР, ДО технических средств АСУТП нефтегазовой отрасли</p>	

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:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	9	9	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				
Основы гидравлики	5	6	3	21
Гидростатика и гидродинамика. Основное уравнение гидростатики. Режимы движения жидкости. Гидравлическое сопротивление трубопроводов.				
Гидромеханические процессы	5	6	3	21
Псевдооживленный кипящий слой. Гидродинамика насадочной колонны. Очистка газа от пыли.				
Тепловые процессы	6	6	3	21
Основное уравнение теплопередачи. Тепловые балансы. Расчет теплообменных аппаратов. Конструкции теплообменников.				
ИТОГО по 6-му семестру	16	18	9	63
ИТОГО по дисциплине	16	18	9	63

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Основное уравнение гидростатики и его применение
2	Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Потери давления на трение и местных сопротивлениях.
3	Тепловые балансы, Основное уравнение теплопередачи, Расчет средней движущей силы тепловых процессов. Порядок расчета теплообменников

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Гидродинамика насадочной колонны.
2	Гидродинамика псевдооживленного (кипящего) слоя
3	Испытание кожухотрубчатого теплообменника.

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	не предусмотрено

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. 11-е изд., стер., дораб. Москва : Альянс, 2005. 750 с.	38
2	Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию : учебное пособие для вузов / Борисов Г. С., Брыков В. П., Каган С. З., Дытнерский Ю. И. Стер., перепеч. с изд. 1991 г. Москва : Альянс, 2015. 493 с. 40,2 усл. печ. л.	2
3	Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов. 13-е изд., стер. М. : Альянс, 2006. 575 с.	7
4	Ульянов Б.А., Бадеников В.Я., Ликучев В.Г. Процессы и аппараты химической технологии : в примерах и задачах учебное пособие. Ангарск : Изд-во АГТА, 2006. 743 с.	10
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа : учебное пособие для вузов / Бондаренко Б. И., Глаголева О. Ф., Глазов Г. И., Гуреев А. А. Москва : Химия, 1983. 127	7
2	Владимиров А. И., Щелкунов В. А., Круглов С. А. Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки : учебное пособие для вузов. Москва : Недра-Бизнесцентр, 2002. URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks67688 (дата обращения: 12.10.2022).	1
3	Моделирование химико-технологических процессов : методические указания, контрольное задание и рабочая программа. Ленинград : Изд-во ЛТА, 1970. 40 с.	2
4	Романков П. Г., Курочкина М. И. Гидромеханические процессы химической технологии. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград : Химия, 1974. 288 с.	2
2.2. Периодические издания		

1	Процессы и аппараты химической технологии. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. М. : Химия, 2002. 400 с.	47
2	Резников А. Н., Резников Л. А. Тепловые процессы в технологических системах : учебник для студентов машиностроительных специальностей высших учебных заведений. Москва : Машиностроение, 1990. 288 с.	73
2.3. Нормативно-технические издания		
Не используется		
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию : учебное пособие для вузов / Борисов Г. С., Брыков В. П., Каган С. З., Дытнерский Ю. И. Стер., перепеч. с изд. 1991 г. Москва : Альянс, 2015. 493 с. 40,2 усл. печ. л.	2
2	Основные процессы нефтепереработки : справочник пер. с 3-го англ. изд. / Абдель-Халим Т., Акельсон Д., Андерсен Д. М., Бирхофф Р. Санкт-Петербург : Профессия, 2011. 940 с., 1 л. ил. 76,48 усл. печ. л.	3
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов. 11-е изд., стер., дораб. Москва : Альянс, 2005. 750 с.	38
2	Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию : учебное пособие для вузов / Борисов Г. С., Брыков В. П., Каган С. З., Дытнерский Ю. И. Стер., перепеч. с изд. 1991 г. Москва : Альянс, 2015. 493 с. 40,2 усл. печ. л.	2
3	Основные процессы нефтепереработки : справочник пер. с 3-го англ. изд. / Абдель-Халим Т., Акельсон Д., Андерсен Д. М., Бирхофф Р. Санкт-Петербург : Профессия, 2011. 940 с., 1 л. ил. 76,48 усл. печ. л.	3

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа : учебное пособие для вузов / Б. И. Бондаренко [и др.]. - Москва: Химия, 1983.	http://elib.pstu.ru/Record/RU/PSTUbooks164055	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Романков П. Г. Гидромеханические процессы химической технологии / П. Г. Романков, М. И. Курочкина. - Ленинград: Химия, 1982.	http://elib.pstu.ru/Record/RU/PSTUbooks142734	сеть Интернет; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Владимиров А. И. Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки : учебное пособие для вузов / А. И. Владимиров, В. А. Щелкунов, С. А. Круглов. - Москва: Недра Бизнесцентр, 2002.	http://elib.pstu.ru/Record/RU/PSTUbooks67688	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Ч. 1. - Пермь: , Изд-во ПНИПУ, 2017. - (Процессы и аппараты химической технологии : лабораторный практикум : в 2 ч.; Ч. 1	http://elib.pstu.ru/Record/RU/PSTUbooks236897	сеть Интернет; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	КОМПАС-3D V18 Уч.вер.(АКФ, МКМК, лиц.Иж-17-00089)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	не предусмотрено	1
Лабораторная работа	Лабораторная установка для изучения гидродинамики кипящего (псевдооживленного) слоя	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Лабораторная установка для изучения гидродинамики потоков в насадке	1
Лабораторная работа	Лабораторная установка для изучения процесса теплопередачи в кожухотрубчатом теплообменнике	1
Лекция	Мультимедийный комплекс на базе проектора Toshiba TLP-X3000, доска, парты, стол преподавателя	1
Практическое занятие	Мультимедийный комплекс на базе проектора Toshiba TLP-X3000, доска, парты, стол преподавателя	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
«Основные процессы и аппараты химической технологии»
*Приложение к рабочей программе дисциплины***

Направление подготовки:	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность (профиль) образовательной программы:	Автоматизация химико-технологических процессов и производств (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	
Курсовая работа – 6 семестр	

Пермь 2022

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 курсовой работы.

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 курсовой работы, 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						
З.1 знать теоретические основы массообменных процессов, используемых при химической технологии;	ТО	ТКР1	ОЛР1- ОЛР3	РТ1 РТ2	КП	ТВ
З.2 знать принципиальное устройство аппаратов для массообмена, методы определения оптимальных режимов их работы;			ОЛР1- ОЛР3		КП	ТВ
З.3 знать современные методы расчета основных массообменных процессов, проектирования аппаратов;	ТО	ТКР2	ОЛР1- ОЛР3	КР2	КП	ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь определять физико-химические свойства перерабатываемых веществ при химической технологии;		ТКР2	ОЛР1- ОЛР3	КР1	КП	ПЗ
У.2 уметь использовать теоретические закономерности при анализе массообменных процессов в химической технологии;			ОЛР1- ОЛР3		КП	ПЗ
У.3 уметь выполнять расчёт основных массообменных			ОЛР1-	КР2	КП	ПЗ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Промежуточный	
	ТО	ТКР	ОЛР	РТ/КР	КП	Экзамен
процессов и аппаратов химической технологии с учетом производительности, свойств материалов и условий эксплуатации			ОЛРЗ			
У.4 уметь определять оптимальные режимы работы массообменных 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-ОЛРЗ		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 (курсовая работа).

Итоговой оценкой освоения 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 бланочного 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 комплексной оценки усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ, рубежных контрольных работ и рубежного тестирования (после изучения каждого раздела 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 мольной доли:

$$1) \frac{\text{кмоль } A}{\text{кмоль } (A+B)}; \quad 2) \frac{\text{кмоль } A}{\text{кмоль } (A-B)}; \quad 3) \frac{\text{кмоль } A}{\text{кмоль } \frac{A}{B}}; \quad 4) \frac{2 \cdot \text{кмоль } A}{\text{кмоль } (A+B)}$$

2. Укажите формулу для линии равновесия:

$$1) \bar{y}^* = f(\bar{x}); \quad 2) \bar{y} = f(\bar{x}); \quad 3) y = f\left(\frac{y}{x}\right); \quad 4) y = f\left(\frac{1}{y - y^*}\right)$$

3. Укажите размерность коэффициента массоотдачи β :

$$1) \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек} \cdot (\text{ед. движущей силы})}; \quad 2) \frac{\text{кг}}{\text{сек}^2 \cdot (\text{ед. движущей силы})};$$

$$3) \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{сек} \cdot (\text{ед. движущей силы})}; \quad 4) \frac{\text{ед. движущей силы}}{\text{м}^2 \cdot \text{сек} \cdot \text{кг}} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

4. Укажите формулу основного уравнения массоотдачи:

$$1) M = K_Y \cdot F \cdot \Delta y_{CP}; \quad 2) M = K_Y \cdot F \cdot \Delta t_{CP}; \quad 3) M = K_Y \cdot F + \Delta y_{CP}; \quad 4) M = K_Y + F \cdot \Delta y_{CP}$$

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:

$$1) P^* = E \cdot x; \quad 2) P = \Pi \cdot y; \quad 3) C = K - \Phi + 2; \quad 4) y^* = m \cdot x$$

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.

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

Типовые задания контрольной работы:

1. Найти массовую долю компонента А в газовой среде В, если масса компонента А составляет 1,2 грамма, компонента В – 150 граммов.

- 1) 0,01;
- 2) 0,98;
- 3) 0,24;
- 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 массообменного процесса, если движущая сила в нижней части аппарата составляет 0,25 кмоль/кмоль, в верхней части – 0,12 кмоль/кмоль.

- 1) 0,177;
- 2) 0,858;
- 3) 3,02;
- 4) 2,84

4. Рассчитать диаметр абсорбера D (м), если расход газа составляет 12000 м³/ч, а фиктивная скорость – 1,2 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

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 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 освоенных умений и уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

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

2.3.1 Типовые вопросы и задания для экзаменов по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Конвективный массообмен: механизм процесса, второй закон Фика, коэффициент массоотдачи.
2. Движущая сила массообменных процессов, расчет средней движущей силы при различной форме линии равновесия.
3. Молекулярная диффузия. Закон Фика. Коэффициент диффузии, его размерность и численные значения.
4. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
5. Фазовое равновесие бинарных смесей. Закон Рауля. P-X, t-x-y, Y-X диаграммы равновесия для идеальных растворов.
6. Основное уравнение массопередачи.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Записать материальный баланс для противоточного и прямоточного массообменного процесса.
2. Определить среднюю движущую силу в массообменном аппарате.
3. Указать порядок определения высоты тарельчатой ректификационной колонны.
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 курсовой работы

1. Проект насадочного абсорбера для поглощения аммиака из смеси с воздухом.
2. Проект тарельчатой ректификационной установки для разделения раствора метилового спирта в воде.

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 курсовой работы.

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 дисциплинарных 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 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.