

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых  
производств»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.2.13 «Процессы и аппараты нефтегазовых производств»

направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов  
нефтегазового производства»

форма обучения – очно-заочная

курс – 4

семестр – 7

зачетных единиц – 6

всего часов – 216

в том числе:

лекции – 14

практические занятия – 12

лабораторные занятия – 8

самостоятельная работа – 182

зачет – нет

экзамен – 7 семестр

РГР – нет

курсовая работа – 7 семестр

курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании  
кафедры ТОХП

20.06.2022 года, протокол №10

Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена

на заседании УМКН направления НФГД

27.06.2022 года, протокол №5

Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

Саратов 2022

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель преподавания дисциплины: подготовка бакалавров для производственной, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в области создания и эксплуатации технологического оборудования нефтегазовых производств.

Знания и умения, полученные при изучении курса необходимы для проведения технологических расчетов основных процессов и аппаратов нефтегазовых производств, а также при выполнении курсовой и выпускной квалификационной работы.

Задачи изучения дисциплины: изучение методов расчета основных процессов и аппаратов нефтегазовых производств, ознакомление с технологией основных процессов и их аппаратурным оформлением, а также формирование практических навыков решения конкретных технических задач и умения проектировать типовые технологические схемы основных процессов в нефтегазовой отрасли.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

«Процессы и аппараты нефтегазовых производств» входит в перечень дисциплин (вариативная часть) (Б.1.2) основной образовательной программы бакалавриата по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

Дисциплина базируется на предварительном изучении следующих курсов: Б.1.1.5 Математика, Б.1.1.6 Физика, Б.1.2.5 Механика жидкости и газа, 1.2.7 Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика, Б.1.1.15 Химия нефти и газа. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание основных законов физики и математики, умения решать конкретные задачи определенной степени сложности, владение системой знаний, формирующей физическую картину в области создания и эксплуатации технологического оборудования нефтегазовых производств. Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин: Б.1.2.14 Оборудование химических и нефтехимических производств, Б.1.3.7.1 Математическое моделирование и оптимизация тепло- и массообменных процессов и установок.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- способность участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений (ОПК-2);

- способность внедрять новую технику и передовые технологии (ПК-1).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования.

Студент должен знать:

- первичный материал при проектировании технических объектов и способы обработки этого материала (ОПК-2);

- основы работы на ЭВМ (ОПК-2);

- нормативно-техническую документацию (ПК-1);

- методы оценки эффективности внедрения новой техники и технологии, организации труда, рационализаторских предложений и изобретений, а также требования федеральных, локальных нормативных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда (ПК-1).

Студент должен уметь:

- определять принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов, с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений (ОПК-2);

- анализировать ход реализации требований рабочего проекта при выполнении технологических процессов, вносить корректировку в проектные данные (ОПК-2);

- оценивать сходимость результатов расчетов, получаемых по различным методикам (ОПК-2);

- разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, технические задания на проектно-конструкторские работы, разбираться в нормативно-технической документации, читать чертежи, схемы и прочие нормативные документы (ПК-1);

- проводить технико-экономическую оценку планируемых мероприятий по внедрению нового оборудования и организовывать проведение монтажа нового оборудования на технологических объектах (ПК-1).

Студент должен владеть:

- навыками работы на ЭВМ, используя новые методы и пакеты программ (ОПК-2);

- методиками проектирования технических объектов, систем и технологических процессов, с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений (ОПК-2);

- навыками по обеспечению выполнения работ, связанных с перевооружением, капитальным ремонтом и модернизацией технологических объектов, проведению монтажа нового оборудования на технологических объектах (ПК-1);

- навыками по подготовке предложения в планы внедрения новой техники и оборудования, в планы реконструкций производственных объектов (ПК-1).

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
<p>ОПК-2. Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.</p>	<p>ИД-1<sub>ОПК-2</sub> Участвует в сборе и обработке первичных материалов при проектировании технических объектов.</p> <p>ИД-2<sub>ОПК-2</sub> Определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов, с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.</p> <p>ИД-3<sub>ОПК-2</sub> Анализирует ход реализации требований рабочего проекта при выполнении технологических процессов, в силу своей компетенции вносит корректировку в проектные данные.</p> <p>ИД-4<sub>ОПК-2</sub> Оценивает сходимость результатов расчетов, получаемых по различным методикам.</p> <p>ИД-5<sub>ОПК-2</sub> Обладает навыками работы с ЭВМ, используя новые методы и пакеты программ.</p>
<p>ПК-1 Способен внедрять новую технику и передовые технологии.</p>	<p>ИД-1<sub>ПК-1</sub> Знает методы оценки эффективности внедрения новой техники и технологии, организации труда, рационализаторских предложений и изобретений, а также требования федеральных, локальных нормативных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда.</p> <p>ИД-2<sub>ПК-1</sub> Способен разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, технические</p>

	<p>задания на проектно-конструкторские работы, разбираться в нормативно-технической документации, читать чертежи, схемы и прочие нормативные документы.</p> <p>ИД-3<sub>ПК-1</sub> Способен проводить технико-экономическую оценку планируемых мероприятий по внедрению нового оборудования и организовывать проведение монтажа нового оборудования на технологических объектах.</p> <p>ИД-4<sub>ПК-1</sub> Обладает знаниями по обеспечению выполнения работ, связанных с перевооружением, капитальным ремонтом и модернизацией технологических объектов, проведению монтажа нового оборудования на технологических объектах.</p> <p>ИД-5<sub>ПК-1</sub> Обладает знаниями по подготовке предложения в планы внедрения новой техники и оборудования, в планы реконструкций производственных объектов.</p>
--	--

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Участвует в сборе и обработке первичных материалов при проектировании технических объектов.	Знает основы проектирования технологий и оборудования нефтегазовых производств, умеет анализировать, систематизировать и обрабатывать собранный материал.
ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Определяет принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов, с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.	Умеет различать проектирование технических объектов, систем и технологических процессов.
ИД-3 <sub>ОПК-2</sub> Анализирует ход реализации требований рабочего проекта при выполнении технологических процессов, в силу своей компетенции вносит корректировку в проектные данные.	Знает требования рабочих проектов, может внести корректировку в проектные данные.
ИД-4 <sub>ОПК-2</sub> Оценивает сходимость результатов расчетов, получаемых по различным методикам.	Владеет различными методиками расчета процессов и аппаратов нефтегазовых производств; анализирует и оценивает полученные результаты.
ИД-5 <sub>ОПК-2</sub> Обладает навыками работы с ЭВМ, используя новые методы и пакеты программ.	Умеет работать на ЭВМ, применяя пакеты программ.
ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Знает методы оценки эффективности внедрения новой техники и технологии, организации труда, рационализаторских предложений и изобретений, а также требования федеральных, локальных нормативных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда.	Использует методы оценки эффективности внедрения новой техники и технологии в нефтегазовой отрасли, умеет работать с нормативно-технической документацией в области организации и охраны труда, а также промышленной и пожарной безопасности нефтегазовых производств.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Способен разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, технические задания на проектно-конструкторские работы, разбираться в нормативно-технической документации, читать чертежи, схемы и прочие нормативные документы.	Разбирается в нормативно-технической документации, успешно применяет ее для процессов и установок нефтегазовых производств, принимает участие в разработке проектных и рабочих документов.
ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Способен проводить технико-экономическую оценку планируемых мероприятий по внедрению нового оборудования и организовывать проведение монтажа нового оборудования на технологических объектах.	Дает технико-экономическую оценку планируемых мероприятий по внедрению нового оборудования.
ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Обладает знаниями по обеспечению выполнения работ, связанных с перевооружением, капитальным ремонтом и модернизацией технологических объектов, проведению монтажа нового оборудования на технологических объектах.	Знает передовые методы ремонта и монтажа оборудования, способы его модернизации, и реконструкции технологических объектов, применяет методы моделирования и оптимизации технических устройств.
ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Обладает знаниями по подготовке предложения в планы внедрения новой техники и оборудования, в планы реконструкций производственных объектов.	Способен вносить предложения при внедрении новых технологий и оборудования или оптимизации технических систем при реконструкций производственных объектов.

#### 4. Распределение трудоемкости дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы / из них в интерактивной форме				
				Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС
7 семестр								
1		1	Вводная часть	46	4	8	2	32
		2	Гидромеханические процессы					
2		3	Основы теплопередачи	34	2		2	30
		4	Тепловые процессы	44	2		2	40
3		5	Основы массопередачи	34	2		2	30
4		6	Массообменные процессы	58	4		4	50
Всего				216	14	8	12	182

## 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Классификация основных процессов нефтегазовых производств по назначению и способу проведения. Задача расчета процессов и аппаратов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов.	1, 3, 4
2	2	2	Гидромеханические процессы. Классификация неоднородных систем. Методы разделения неоднородных систем. Материальный баланс процессов разделения. Осаждение под действием силы тяжести. Методы определения скорости осаждения, критериальные уравнения. Фильтрация. Способы фильтрации. Движущая сила процесса фильтрации. Уравнение фильтрации при постоянной разности движений и с постоянной скоростью. Порядок расчета фильтров. Константы фильтрации. Производительность цикла фильтрации. Фильтровальные перегородки. Центрифугирование. Отстойные и фильтрующие центрифуги. Движущая сила процесса центрифугирования. Центробежная сила и фактор разделения.	1, 7
3	2	3	Основы теплопередачи. Способы переноса теплоты. Теплоотдача и теплопередача. Тепловые балансы, основное уравнение теплопередачи. Теплопроводность. Передача тепла конвекцией. Тепловое подобие. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки при постоянных температурах теплоносителей. Коэффициент теплопередачи. Уравнение теплопередачи. Средняя разность температур.	1, 5
4	2	4	Тепловые процессы. Теплообменные аппараты и теплоносители. Нагревание, способы нагревания и нагревающие агенты. Требования, предъявляемые к теплоносителям. Тепловой, гидравлический и конструктивный расчет теплообменных аппаратов.	1, 5, 7
5	2	5	Основы массопередачи. Виды массообменных процессов. Движущая сила процессов массопередачи. Способы выражения состава фаз. Правило фаз. Фазовое равновесие. Линия равновесия. Материальный баланс. Уравнение рабочей линии. Направление массопередачи. Скорость массопередачи. Механизм и модели процессов массопередачи. Уравнение массоотдачи. Объемные коэффициенты массопередачи.	1, 5, 7

6	4	6, 7	<p>Перегонка и ректификация. Характеристики двухфазных систем пар-жидкость. Идеальные и реальные смеси. Закон Рауля. Простая перегонка и ее виды. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнения рабочих линий. Минимальное и действительное флегмовое число. Тепловой баланс ректификационной колонны.</p> <p>Расчет ректификационных аппаратов.</p>	1, 4, 7
---	---	------	--	---------

## 6. Содержание коллоквиумов

Программой и учебным планом не предусмотрены.

## 7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, обрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
2	2	1	<p>Материальный баланс процессов разделения. Определение скорости осаждения под действием сил тяжести.</p> <p>Расчет фильтров, работающих при постоянной разности давлений и с постоянной скоростью.</p> <p>Расчет отстойных и фильтрующих центрифуг.</p> <p>Расчет мощности на перемешивание.</p> <p>Расчет гидродинамики зернистых слоев</p>	2, 4, 5, 7, 8
3	2	2	<p>Закон Фурье. Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки. Передача тепла тепловым излучением. Теплоотдача, расчет коэффициента теплоотдачи.</p> <p>Тепловые балансы. Определение тепловой нагрузки теплообменного аппарата и расхода теплоносителей.</p> <p>Определение поверхности теплообмена.</p>	2, 4, 5, 7, 8
4	2	3	Тепловой, гидравлический и конструктивный расчет кожухотрубчатых теплообменников.	2, 4, 5, 7, 8
5	2	4	<p>Способы выражения состава фаз. Пересчет из одного способа выражения состава фаз в другой.</p> <p>Теплофизические характеристики растворов в зависимости от концентрации и температуры.</p> <p>Линия равновесия. Построение линии равновесия на I-X-диаграмме. Уравнение рабочей линии.</p>	2, 4, 5, 7, 8
6	4	5, 6	<p>Материальный баланс процесса ректификации. Построение рабочих линий процесса ректификации на I-X-диаграмме.</p> <p>Тепловой баланс ректификационной колонны. Расчет количества тепла, подводимого в куб колонны.</p> <p>Определение диаметра и высоты колонны.</p> <p>Определение гидравлического сопротивления колонных аппаратов.</p>	2, 4, 5, 7, 8

## 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	3
2	2	Осаждение твердых частиц под действием силы тяжести.	9
	4	Исследование гидродинамических закономерностей кипящего слоя	9
	2	Определение констант фильтрации.	9

## 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
2	32	Конструкции отстойников.	1, 5
		Классификация и конструкция фильтров.	1, 5
		Классификация и конструкция центрифуг.	1, 5
		Устройство механических мешалок.	1, 5
		Методики расчета оборудования для гидромеханических процессов	1, 2, 4, 5
3	30	Температурное поле и температурный градиент.	1, 7
		Опытные данные по теплоотдаче.	1, 7
4	40	Нагревающие агенты и способы нагревания.	1, 7
		Охлаждающие агенты и способы охлаждения.	1, 7
		Классификация и конструкции теплообменных аппаратов.	1, 7, 8
		Методики расчета теплообменных аппаратов.	1, 7, 8
5	30	Виды массообменных процессов.	1, 4, 7
		Способы выражения состава фаз.	1, 4, 7
		Коэффициенты массоотдачи и массопередачи.	1, 4, 7
6	50	Схемы абсорбционных установок.	1, 4, 7
		Конструкция и расчет абсорбционных аппаратов.	1, 4, 7
		Схемы ректификационных установок.	1, 4, 7
		Конструкция и расчет ректификационных аппаратов.	1, 4, 7

## 10. Расчетно-графическая работа

Программой и учебным планом не предусмотрена.

## 11. Курсовая работа

Курсовая работа является заключительным этапом изучения дисциплины. Ее целью являются закрепление и углубление полученных студентами теоретических знаний путем решения конкретных расчетно-конструкторских задач по заданной теме.

В курсовой работе студент должен рассчитать основной аппарат ректификационной установки непрерывного действия, определить основные размеры аппарата и подобрать аппарат заданного типа по каталогам.

Курсовая работа должна соответствовать всем требованиям ЕСКД и состоять из расчетно-пояснительной записки и графической части.



- Расчетно-пояснительная записка к курсовой работе должна содержать:
- введение, назначение и область применения проектируемой установки;
  - описание принципиальной технологической схемы установки;
  - технологические расчеты и подбор основного оборудования;
  - выводы;
  - список используемой литературы.

Графическая часть работы включает:

- сборочный чертеж основного технологического аппарата;
- сборочные чертежи узлов основного аппарата.

Курсовая работа защищается в комиссии по курсовому проектированию.

Темы, задания, учебно-методическое обеспечение для выполнения курсовой работы приведены в [8].

## 12. Курсовой проект

Программой и учебным планом не предусмотрен.

## 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Изучение дисциплины Б.1.2.13 «Процессы и аппараты нефтегазовых производств» направлено на формирование компетенций: общепрофессиональных (ОПК-2) и профессиональных (ПК-1). Перечень показателей для соответствующих компетенций составлен с учетом имеющихся в программе профессионального модуля умений и знаний.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов);
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи зачета.

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- высокий уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для компетенции ОПК-2:

Пороговый уровень освоения компетенции: знает виды нормативно-технической документации при проектировании технических объектов; различает подходы к проектированию технических объектов; умеет работать на ЭВМ.

Продвинутый уровень освоения компетенции: умеет обрабатывать и анализировать материал при проектировании технических объектов; применяет различные методики расчета при проектировании объектов и систем; применяет для решения проектных задач программные продукты.

Высокий уровень освоения компетенции: предлагает различные проектные решения с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений; способен вносить корректировку в проектные данные; использовать современные технологии при проектировании объектов в сфере профессиональной деятельности.

Для компетенции ПК-1:

Пороговый уровень освоения компетенции: знает методы оценки эффективности внедрения новой техники и технологии, организации труда, рационализаторских предложений и изобретений, требования федеральных, локальных нормативных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда.

Продвинутый уровень освоения компетенции: способен разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, технические задания на проектно-конструкторские работы, разбираться в нормативно-технической документации, читать чертежи, схемы и прочие нормативные документы; способен проводить технико-экономическую оценку планируемых мероприятий по внедрению нового оборудования.

Высокий уровень освоения компетенции: владеет знаниями по обеспечению выполнения работ, связанных с перевооружением, капитальным ремонтом и модернизацией технологических объектов, проведению монтажа нового оборудования на технологических объектах; владеет знаниями по подготовке предложения в планы внедрения новой техники и оборудования, в планы реконструкций производственных объектов.

При достаточном качестве освоения приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на высоком, продвинутом или пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ОПК-2	7 семестр	<p>Студент должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- первичный материал при проектировании технических объектов и способы обработки этого материала;</li> <li>- основы работы на ЭВМ.</li> </ul> <p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять принципиальные различия в подходах к проектированию технических объектов, систем и технологических процессов, с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений;</li> <li>- анализировать ход реализации требований рабочего проекта при выполнении технологических процессов, вносить корректировку в проектные данные;</li> <li>- оценивать сходимость результатов расчетов, получаемых по различным методикам.</li> </ul> <p>Студент должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы на ЭВМ,</li> </ul>	Отчеты по обязательным индивидуальным работам в рамках СРС. Оценки по модулям.	Вопросы к модулям и экзамену. Контрольные тесты	«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

	<p>используя новые методы и пакеты программ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками проектирования технических объектов, систем и технологических процессов, с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.</li> </ul>			
ПК-1	<p>Студент должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нормативно-техническую документацию;</li> <li>- методы оценки эффективности внедрения новой техники и технологии, организации труда, рационализаторских предложений и изобретений, а также требования федеральных, локальных нормативных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда.</li> </ul> <p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, технические задания на проектно-конструкторские работы, разбираться в нормативно-технической документации, читать чертежи, схемы и прочие нормативные документы;</li> <li>- проводить технико-экономическую оценку планируемых мероприятий по внедрению нового оборудования и организовывать проведение монтажа нового оборудования на технологических объектах.</li> </ul> <p>Студент должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками по обеспечению выполнения работ, связанных с перевооружением, капитальным ремонтом и модернизацией технологических объектов, проведению монтажа нового оборудования на технологических объектах;</li> <li>- навыками по подготовке предложения в планы внедрения новой техники и оборудования, в планы</li> </ul>	<p>Отчеты по обязательным индивидуальным работам в рамках СРС. Оценки по модулям.</p>	<p>Вопросы к модулям и экзамену. Контрольные тесты</p>	<p>«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»</p>

		реконструкций производственных объектов.			
--	--	---	--	--	--

Фонд оценочных средств текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Процессы и аппараты нефтегазовых производств» представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

- Письменные опросы по теории (модули). Проверяются знания текущего материала.
- Экспрессные опросы. Представляют собой набор коротких вопросов по определенной теме, требующих быстрого и короткого ответа. Проверяются знания текущего материала.
- Билеты для зачета или экзамена состоят из двух теоретических вопросов по изученным разделам и практической задаче.

Критерии оценки для экзамена:

- оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины;

- оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, но допустившему при этом не принципиальные ошибки;

- оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной), или, если студент после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

## Текущий контроль

### Модуль 1

1. Классификация основных процессов химической технологии.
2. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов.
3. Принципы моделирования. Основы теории подобия.
4. Классификация и методы разделения неоднородных систем.
5. Материальный баланс процессов разделения неоднородных систем.
6. Осаждение под действием силы тяжести, скорость осаждения.
7. Расчет отстойников. Конструкции отстойников.
8. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои.

9. Гидродинамика кипящих зернистых слоев.
10. Фильтрация. Виды и способы фильтрации, фильтровальные перегородки.
11. Основное уравнение фильтрации.
12. Константы фильтрации.
13. Конструкции фильтров.
14. Центрифугирование, центробежная сила, фактор разделения.
15. Расчет отстойных и фильтрующих центрифуг.
16. Классификация и конструкции центрифуг.
17. Очистка запыленных газов.
18. Перемешивание в жидких средах, способы перемешивания.
19. Механическое перемешивание, расчет мощности на перемешивание.
20. Конструкции мешалок. Область их применения.

#### Модуль 2

1. Основы теплопередачи. Способы переноса тепла.
2. Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи.
3. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
4. Уравнение теплопроводности плоской и цилиндрической стенки.
5. Тепловое излучение.
6. Передача тепла конвекцией. Закон Ньютона.
7. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
8. Тепловое подобие. Опытные данные по теплоотдаче.
9. Теплопередача, коэффициент теплопередачи, средняя движущая сила.
10. Нагревание, нагревающие агенты и способы нагревания.
11. Охлаждение, охлаждающие агенты, способы охлаждения, конденсация.
12. Классификация теплообменных аппаратов.
13. Конструкции теплообменных аппаратов.
14. Расчет теплообменных аппаратов.

#### Модуль 3

1. Классификация и характеристика массообменных процессов.
2. Фазовое равновесие. Линия равновесия.
3. Уравнение материального баланса. Рабочая линия.
4. Скорость массопереноса. Молекулярная и турбулентная диффузия, конвективный перенос.
5. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии.
6. Механизм и модели массопереноса.
7. Уравнение массоотдачи. Уравнение массопередачи.
8. Уравнение аддитивности фазовых сопротивлений.
9. Средняя движущая сила процессов массопередачи.
10. Число единиц переноса. Высота единицы переноса.
11. Определение основных размеров массообменных аппаратов. Диаметр массообменных аппаратов.
12. Определение высоты массообменных аппаратов. Аналитический и графический метод определения числа ступеней контакта.
13. Массопередача с твердой фазой.

#### Модуль 4

1. Абсорбция. Равновесие при абсорбции, закон Генри.
2. Материальный и тепловой баланс абсорбции.
3. Устройство абсорберов.
4. Схема абсорбционных установок. Десорбция.

5. Перегонка жидкости и ректификация. Характеристики двухфазных систем пар-жидкость и их классификация.
6. Фазовое равновесие в идеальных и реальных смесях.
7. Простая перегонка и ее виды.
8. Принцип ректификации. Схемы ректификационных установок.
9. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнения рабочих линий.
10. Построение рабочих линий на  $Y-X$  – диаграмме.
11. Минимальное и действительное флегмовое число.
12. Тепловой баланс ректификационной колонны.
13. Ректификация многокомпонентных смесей. Специальные виды ректификации.
14. Устройство ректификационных аппаратов.

### **Вопросы для экзамена**

1. Предмет и задачи курса процессы и аппараты.
2. Классификация основных процессов химической технологии.
3. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов.
4. Принципы моделирования. Основы теории подобия.
5. Классификация и методы разделения неоднородных систем.
6. Материальный баланс процессов разделения неоднородных систем.
7. Осаждение под действием силы тяжести, скорость осаждения.
8. Расчет отстойников. Конструкции отстойников.
9. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои.
10. Гидродинамика кипящих зернистых слоев.
11. Фильтрация. Виды и способы фильтрации, фильтровальные перегородки.
12. Основное уравнение фильтрации.
13. Константы фильтрации.
14. Конструкции фильтров.
15. Центрифугирование, центробежная сила, фактор разделения.
16. Расчет отстойных и фильтрующих центрифуг.
17. Классификация и конструкции центрифуг.
18. Очистка запыленных газов.
19. Перемешивание в жидких средах, способы перемешивания.
20. Механическое перемешивание, расчет мощности на перемешивание.
21. Конструкции мешалок. Область их применения.
22. Основы теплопередачи. Способы переноса тепла.
23. Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи.
24. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
25. Уравнение теплопроводности плоской и цилиндрической стенки.
26. Тепловое излучение.
27. Передача тепла конвекцией. Закон Ньютона.
28. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
29. Тепловое подобие. Опытные данные по теплоотдаче.
30. Теплопередача, коэффициент теплопередачи, средняя движущая сила.
31. Нагревание, нагревающие агенты и способы нагревания.
32. Охлаждение, охлаждающие агенты, способы охлаждения, конденсация.
33. Конструкции теплообменных аппаратов.
34. Расчет теплообменных аппаратов.
35. Классификация и характеристика массообменных процессов.
36. Фазовое равновесие. Линия равновесия.
37. Уравнение материального баланса. Рабочая линия.

38. Скорость массопереноса. Молекулярная и турбулентная диффузия, конвективный перенос.
39. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии.
40. Механизм и модели массопереноса.
41. Уравнение массоотдачи. Уравнение массопередачи.
42. Уравнение аддитивности фазовых сопротивлений.
43. Средняя движущая сила процессов массопередачи.
44. Число единиц переноса. Высота единицы переноса.
45. Определение основных размеров массообменных аппаратов. Диаметр массообменных аппаратов.
46. Определение высоты массообменных аппаратов. Аналитический и графический метод определения числа ступеней контакта.
47. Массопередача с твердой фазой.
48. Абсорбция. Равновесие при абсорбции, закон Генри.
49. Материальный и тепловой баланс абсорбции.
50. Устройство абсорберов.
51. Схема абсорбционных установок. Десорбция.
52. Перегонка жидкости и ректификация. Характеристики двухфазных систем пар-жидкость и их классификация.
53. Фазовое равновесие в идеальных и реальных смесях.
54. Простая перегонка и ее виды.
55. Принцип ректификации. Схемы ректификационных установок.
56. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнения рабочих линий.
57. Построение рабочих линий на Y-X – диаграмме.
58. Минимальное и действительное флегмовое число.
59. Тепловой баланс ректификационной колонны.
60. Ректификация многокомпонентных смесей. Специальные виды ректификации.
61. Устройство ректификационных аппаратов.

#### *Примеры практических задач в экзаменационных билетах*

1. Производительность отстойника по осветленной жидкости  $G_{\text{осв}} = 3600 \text{ кг/час}$ , плотность осветленной жидкости  $\rho_{\text{осв}} = 1100 \text{ кг/м}^3$ , скорость осаждения твердой фазы  $\omega_0 = 0,002 \text{ м/с}$ . Определить площадь отстойника.
2. Определить режим осаждения шарообразных частиц каменного угля диаметром  $d = 3 \text{ мм}$  и плотностью  $\rho_T = 2500 \text{ кг/м}^3$ , которые осаждаются со скоростью  $\omega_0 = 0,36 \text{ м/с}$  в воде плотностью  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  и вязкостью  $\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ .
3. Определить с какой скоростью будут всплывать капли нефти диаметром  $d = 50 \text{ мкм}$  и плотностью  $\rho_n = 850 \text{ кг/м}^3$  в пластовой воде плотностью  $\rho_v = 1100 \text{ кг/м}^3$  и вязкостью  $\mu = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ . Режим осаждения ламинарный.
4. Плоская стенка площадью  $2 \text{ м}^2$  и толщиной  $0,1 \text{ м}$  имеет температуру поверхности с одной стороны  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ , а с другой стороны  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ . Коэффициент теплопроводности материала стенки  $15 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ . Определить количество тепла, передаваемого через стенку путем теплопроводности.
5. Тепловая нагрузка теплообменника  $500 \text{ кВт}$ , коэффициент теплопередачи  $250 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ , средняя разность температур  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить площадь поверхности теплообмена.
6. Определить молярный состав и среднюю молекулярную массу смеси бензола и толуола, содержащей 30% вес. бензола.

7. Определить коэффициент диффузии двуокиси углерода в воздухе при 25 °С и абсолютном давлении 2 МПа.

#### 14. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов обучения в дисциплине «Процессы и аппараты нефтегазовых производств» используются различные образовательные технологии, в том числе:

– информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации;

– личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при экспресс-опросе, при выполнении лабораторных занятий, решении задач повышенной сложности, на еженедельных консультациях.

При организации учебных занятий используются активные и интерактивные методы обучения: диалог, беседа, работа в команде. Возможно чтение лекций с применением мультимедийных технологий. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов проводится с использованием библиотечных ресурсов института, ресурсов сети Интернет и локальных сетевых ресурсов института.

#### 15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

1. Разинов, А. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 860 с. — ISBN 978-5-7882-2154-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75637.html>

2. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учеб. пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков; ред. П.Г. Романков. - 10-е изд., перераб. и доп. - М. : Альянс, 2013. - 576 с. Экземпляры всего: 3.

3. Аппараты нефтегазовых технологий : учебное пособие / А. А. Назаров, С. И. Поникаров, С. А. Вилохин [и др.]. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. — 215 с. — ISBN 978-5-7882-1393-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/62154.html>

4. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Борисов Г.С., Брыков В.П., Дытнерский Ю.И.; под ред. Дытнерского Ю.И. - 4-е изд., стереотипное. - М.: ИД Альянс, 2008. - 496 с. - ISBN: 978-5-903034-35-2 - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система eLIBRARY : [сайт]. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19612036>

5. Поникаров, И.И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи): учеб. пособие / Поникаров И.И., Поникаров С.И., Рачковский С.В. - М. : Альфа-М, 2008. - 720 с. Экземпляры всего: 10.

6. Тетельмин, В.В. Нефтегазовое дело. Полный курс: учеб. пособие / В.В. Тетельмин, В.А. Язев - 2-е изд. - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2014. - 800 с. Экземпляры всего: 4.



7. Печенегов, Ю. Я. Курсовое проектирование по процессам и аппаратам химической технологии. Теплообменные аппараты и ректификационные установки: учебное пособие / Ю.Я. Печенегов, Р.И. Кузьмина; Саратов. гос. техн. ун-т (Саратов). - Саратов: Изд-во Саратовский источник, 2013. - 110 с. Экземпляры всего: 5.

8. Денисов, В.А. Процессы и аппараты нефтегазовых производств. Ректификационная установка: Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Процессы и аппараты нефтегазовых производств» для студентов направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело» очной и заочной форм обучения – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2019. – 24 с.

Режим доступа: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1346&tip=11>

9. Мацнева Т.А. Процессы и аппараты химической технологии: учебно-методическое пособие / Т.А. Мацнева, И.В. Черемухина – Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2021. – 72с.

Режим доступа: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=187&tip=6>

10. <http://elibrary.ru>

11. <http://www.iprbookshop.ru>

12. <http://techn.sstu.ru>

## 16. Материально-техническое обеспечение

Кафедра располагает двумя мультимедийными аудиториями для проведения лекционных и практических занятий по дисциплине «Процессы и аппараты нефтегазовых производств».

Лекции и лабораторные работы по курсу «Процессы и аппараты нефтегазовых производств» проводятся в специализированных аудиториях № 102 и № 109, площадью 54 м<sup>2</sup> каждая. Для самостоятельной работы студентов используется компьютерный класс с выходом в Интернет в аудитории № 102а. Для самостоятельной работы студентов используется электронно-библиотечная система и электронная библиотека института.

Графическая часть курсовой работы выполняется на ЭВМ в графическом редакторе «Компас» или «AutoCAD». Расчетная часть курсовой работы может выполняться с использованием программы «MathCAD».

Рабочую программу составил  16.06.2023г. / В.А. Денисов /

## 17. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКС/УМКН  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКС/УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /