



КГУУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУУ»)

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол № 7 от 24.03.2026

УТВЕРЖДАЮ  
И. о. директора ИЭЭ

\_\_\_\_\_ В.В. Максимов  
« 18 » февраля 2025 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.22 Процессы и аппараты химической технологии

---

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Квалификация

Бакалавр

---

г. Казань, 2025

Программу разработал:

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Инженерная экология и безопасность труда	Д.т.н, профессор	Лаптев А.Г.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Наименование кафедры - разработчика	13.02.2025	2	_____ Зав.каф., д.т.н., проф. Николаева Л.А.
Согласована	Учебно-методический совет института	18.02.2025	6	_____ И.о. директора, к.т.н., доц. Максимов В.В.
Одобрена	Ученый совет института	18.02.2025	8	_____ И.о. директора, к.т.н., доц. Максимов В.В.

# **1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине**

Целью освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» является изучение основ тепломассообменных процессов, гидромеханических процессов, основного и вспомогательного оборудования химико-технологических процессов, приобретение определенных навыков по расчету основных аппаратов и установок химико-технологических процессов.

- познакомить обучающихся с основными гидродинамическими, тепловыми и массообменными процессами
- научить студентов составлению тепловых и материальных балансов, методикам расчетов химико-технологических аппаратов
- дать информацию о режимах работы химико-технологических аппаратов
- научить принимать и обосновывать выбор конструкций аппаратов для проведения различных процессов

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ОПК-4.1 Обеспечивает проведение технологического процесса предприятий нефтегазопереработки и энергетики
	ОПК-4.3 Изменяет параметры технологического процесса при изменении свойств сырья
ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-6.3 Способен разрабатывать алгоритмы для решения практических задач
ПК-1 Способность контролировать работу технологических объектов нефтегазоперерабатывающей промышленности и объектов топливно-и водоподготовки в энергетике	ПК-1.3 Осуществляет регулярный мониторинг и анализ параметров работы оборудования, своевременно выявляя отклонения и предлагая улучшения для повышения эффективности и безопасности технологических процессов

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др Физика, Высшая математика.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Общая химическая технология, Химические реакторы, Производственная, Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая)).

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

### Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			5
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>216</b>
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	3,75	135	135
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	2,8	104	104
Лекции	0,9	34	34
Практические (семинарские) занятия	0,9	34	34
Лабораторные работы	0	0	0
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	1	36	36
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ</b>	<b>3,1</b>	<b>112</b>	<b>112</b>
Проработка учебного материала	1,1	40	
Курсовой проект	0	0	0
Курсовая работа	1	36	36
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э
			КР

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	92	18	0	18	56	ТК1	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-6.3, ПК-1.3
Раздел 2	88	16	0	16	56	ТК2	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-6.3, ПК-1.3
Экзамен	36					<b>ОМ 1</b>	ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-6.3, ПК-1.3
<b>Итого за 2 семестр</b>	<b>216</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>112</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Гидромеханические процессы и аппараты.

Раздел 2. Теплообменные аппараты.

### 3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Расчет гидромеханических процессов. Осаждение	4
2	Расчет гидромеханических процессов. Фильтрация	4
3	Расчет гидромеханических процессов. Центрифугирование	4
4	Расчет испарительного охлаждения воды в градирне	4
5	Расчет насадочных абсорберов	6
6	Расчет ректификационной колонны с различными типами контактных устройств	6
7	Расчет адсорбера для очистки жидкостей и газа	6
Всего		34

### 3.5. Курсовой проект /курсовая работа

Рассчитать и спроектировать ректификационную колонну непрерывного действия для разделения бинарных смесей летучих компонентов по следующим данным.

Тип колонны - тарельчатая.

Исходная смесь в количестве  $F$ , кг/ч, с составом  $x_f$ , % масс, нагревается до температуры кипения питательной тарелки. Температура исходной смеси -  $t_0$ , °С.

Состав дистиллята -  $x_p$ , % масс. Состав кубового остатка -  $x_w$ , % масс.

Давление греющего пара -  $p$ , МПа. Начальная температура охлаждающей воды -  $t$ , °С. Давление в паровом пространстве дефлегматора - 0,1 МПа.

### 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-4	ОПК-4.1	знать:				

	Существующие технологические процессы, высокоэффективные конструкции и подходы к энергосбережению	Знает все существующие технологические процессы, высокоэффективные конструкции и в полном объеме, отвечает без ошибок	Знает существующие технологические процессы, высокоэффективные конструкции, допускает незначительные ошибки	Знает существующие технологические процессы, высокоэффективные конструкции, допускает грубые ошибки	Практически не знает существующие технологические процессы в объеме, высокоэффективные конструкции в объеме, соответствующем программе
	уметь:				
	Выполнять расчеты режимных и конструкторских характеристик процессов и аппаратов.	Чётко выполняет расчеты режимных и конструкторских характеристик процессов и аппаратов	Выполняет расчеты режимных и конструкторских характеристик процессов и аппаратов, с небольшим и недочетами	Выполняет расчеты режимных конструкторских характеристик процессов, допускает ошибки	Не умеет выполнять расчеты режимных и конструкторских характеристик процессов и аппаратов
	владеть:				
	Навыками современного подхода к расчету процессов и аппаратов.	Уверенно владеет навыками современного подхода к расчету процессов и аппаратов.	Владеет навыками современного подхода к расчету процессов и аппаратов, но неуверенно	Очень слабо владеет навыками современного подхода к расчету процессов и аппаратов.	Не владеет навыками современного подхода к расчету процессов и аппаратов.
ОПК-4.3	знать:				
	Основы математического моделирования и оптимизации химико-технологических процессов и аппаратов при различных условиях работы промышленных установок.	Безупречно знает основы математического моделирования и оптимизации и химико-технологических процессов и аппаратов при различных условиях работы	Знает основы математического моделирования и оптимизации и химико-технологических процессов и аппаратов при различных условиях работы	Слабо знает основы математического моделирования и оптимизации и химико-технологических процессов и аппаратов при различных условиях работы	Не знает основы математического моделирования и оптимизации химико-технологических процессов и аппаратов при различных условиях работы

		уметь:				
		Выполнять расчеты промышленных теплообменных аппаратов с современными контактными устройствами и выбором оптимального режима работы.	Умеет выполнять расчеты аппаратов с современными контактными и устройствами и выбором оптимального режима работы, без ошибок	Выполняет расчеты аппаратов с современными контактными и устройствами и выбором оптимального режима работы	Выполняет расчеты аппаратов с современными контактными и устройствами и выбором оптимального режима работы, с недочетами	Не умеет выполнять расчеты аппаратов с современными контактными устройствами и выбором оптимального режима работы, без ошибок.
		владеть:				
		Современными методами математического моделирования и вычислительной техники в расчетах промышленных массообменных колонн, аппаратов очистки газов и жидкостей	Уверенно владеет современными методами математического моделирования и вычислительной техники в расчетах	Владеет современными методами математического моделирования и вычислительной техники в расчетах	Неуверенно владеет современными методами математического моделирования и вычислительной техники в расчетах	Не владеет современными методами математического моделирования и вычислительной техники в расчетах
ОПК-6	ОПК-6.3	знать:				
		определение алгоритма и его свойства, способы записи алгоритма, алгоритмические структуры	Знает определение алгоритма и его свойства, способы записи алгоритмические структуры в полном объеме, отвечает без ошибок	Знает определение алгоритма и его свойства, способы записи алгоритмические структуры, допускает незначительные ошибки	Знает определение алгоритма и его свойства, способы записи алгоритмические структуры, допускает грубые ошибки	Практически не знает определение алгоритма и его свойства, способы записи алгоритмические структуры
		уметь:				

		разрабатывать эффективные алгоритмы, содержащие базовые алгоритмические конструкции	Четко разрабатывает эффективные алгоритмы, содержащие базовые алгоритмические конструкции	Разрабатывает эффективные алгоритмы, содержащие базовые алгоритмические конструкции с небольшим и неточностями	Разрабатывает алгоритмы, содержащие базовые алгоритмические конструкции, допуская ошибки	Не умеет разрабатывать алгоритмы, содержащие базовые алгоритмические конструкции
		владеть:				
		навыками разработки алгоритмов, для решения практических задач	Уверенно владеет навыками разработки алгоритмов, для решения практических задач	Владеет навыками разработки алгоритмов, для решения практических задач, но неуверенно	Очень слабо владеет навыками разработки алгоритмов, для решения практических задач	Не владеет навыками разработки алгоритмов, для решения практических задач
ПК-1.3	ПК-1.3	знать:				
		основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации	Знает основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации в полном объеме, отвечает без ошибок	Знает основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации, допускает незначительные ошибки	Знает основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации, допускает грубые ошибки	Не знает основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации
		уметь:				

		производить пуск оборудования после всех видов ремонта, планировать работу по техническому обслуживанию и диагностированию оборудования, начертить схему ремонтных работ	Умеет производить пуск оборудования после всех видов ремонта, планировать работу по техническому обслуживанию и диагностированию оборудования, начертить схему ремонтных работ без ошибок	Производит пуск оборудования после всех видов ремонта, планировать работу по техническому обслуживанию и диагностированию оборудования, начертить схему ремонтных работ	Производит пуск оборудования после всех видов ремонта, планировать работу по техническому обслуживанию и диагностированию оборудования, начертить схему ремонтных работ с незначительными ошибками	Не умеет производить пуск оборудования после всех видов ремонта, планировать работу по техническому обслуживанию и диагностированию оборудования, начертить схему ремонтных работ
		владеть:				
		Навыками составления технической документации, чтением технических чертежей	Уверенно владеет навыками составления технической документации, чтением технических чертежей	Владеет навыками составления технической документации, чтением технических чертежей, но неуверенно	Очень слабо владеет навыками составления технической документации, чтением технических чертежей	Не владеет навыками составления технической документации, чтением технических чертежей

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение

#### 5.1.1. Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Лаптев А. Г., Фарахов М. И., Минеев Н. Г.	Основы расчета и модернизация	учебник	Казань: КГЭУ	2010		5

		тепломассообменных установок в нефтехимии					
2	Лаптева Е. А., Фарахов Т. М., Лаптев А. Г.	Математические модели и расчет теплообменных характеристик аппаратов	учебник	Казань: Отечество	2013		50

### 5.1.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Лаптев А. Г., Шигапов И.М., Данилов В. А.	Устройство и расчет насадочных декарбонизаторов в водоподготовке	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2002		5
2	Лаптев А. Г., Ведьгаева И. А.	Расчет гидромеханических процессов (осаждения, фильтрация и центрифугирования)	метод. указания к практ. занятиям по курсу "Химико-технологические процессы, аппараты и режимы"	Казань: КГЭУ	2004		95
3	Лаптев А. Г., Фарахов М. И.	Гидромеханические процессы в нефтехимии и энергетике	пособие к расчету аппаратов	Казань: КГУ	2008		56
4	Лаптев А. Г., Дремичева Е.С., Сафина Г. Г.	Расчет процесса испарительного охлаждения воды в открытых оборотных циклах	практикум	Казань: КГЭУ	2018	<a href="https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/201эл.pdf">https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/201эл.pdf</a>	2

### 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронный ресурс: Процессы и аппараты химической технологии	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=o05i6f2XUIo&amp;list=PLfP2jE5Vgpdxjy4rs312WExTJHf0eV3ZR">https://www.youtube.com/watch?v=o05i6f2XUIo&amp;list=PLfP2jE5Vgpdxjy4rs312WExTJHf0eV3ZR</a>
2	Электронный ресурс: Тепломассообменные процессы	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ucF1MHNgbRk">https://www.youtube.com/watch?v=ucF1MHNgbRk</a>

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>
2	eLIBRARY.RU	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Windows (Starter)	7	Профессиональная
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная Неискл. Бессрочно
3	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная Неискл. Бессрочно

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия

Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Учебная аудитория для выполнения курсового проекта (курсовой работы) В-523 . В-515	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с

гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций

для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

## Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					
4					



Оценочные материалы по дисциплине Процессы и аппараты химической технологии, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

## 1. Технологическая карта Семестр 2

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели					
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. «Гидромеханические процессы и аппараты»</b>	<b>ТК1</b>	<b>15</b>	<b>0-15</b>			<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
Контрольная работа		15					
<b>Раздел 2. «Тепломассообменные аппараты»</b>	<b>ТК2</b>			<b>15</b>	<b>0-15</b>	<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
Тест				15			
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	<b>ОМ</b>						<b>0-40</b>
Задание промежуточной аттестации							0-10
В письменной форме по билетам							0-30

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
Шкала оценивания						
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-4	ОПК-4.1	знать:				

	Существующие технологические процессы, высокоэффективные конструкции и подходы к энергосбережению	высокий уровень знаний существующих технологических процессов, высокоэффективных конструкций и подходов к энергосбережению	уровень знаний существующих технологических процессов, высокоэффективных конструкций и подходов к энергосбережению, есть негрубые ошибки	Низкий уровень знаний существующих технологических процессов, высокоэффективных конструкций и подходов к энергосбережению, ошибки при выполнении заданий	Не знает существующие технологические процессы, высокоэффективные конструкции и подходы к энергосбережению
	уметь:				
	Выполнять расчеты режимных и конструкторских характеристик процессов и аппаратов.	Демонстрирует умение при выполнении расчетов режимных и конструкторских характеристик процессов и аппаратов. Не допускает ошибок при решении задач	Демонстрирует умение выполнять расчеты режимных и конструкторских характеристик процессов и аппаратов. Допускает незначительные ошибки при решении задач	Частично демонстрирует умение выполнять расчеты режимных и конструкторских характеристик процессов и аппаратов. Решение задач неполное, с ошибками	Не умеет выполнять расчеты режимных и конструкторских характеристик процессов и аппаратов
	владеть:				
	Навыками современного подхода к расчету процессов и аппаратов	Глубоко владеет навыками современного подхода к расчету процессов и аппаратов	Демонстрирует хорошие навыки современного подхода к расчету процессов и аппаратов	Плохо владеет навыками современного подхода к расчету процессов и аппаратов, допускает много ошибок	Не владеет навыками современного подхода к расчету процессов и аппаратов
ОПК-4.3	знать:				

		<p>Основы математического моделирования и оптимизации химико-технологических процессов и аппаратов при различных условиях работы промышленных установок.</p>	<p>высокий уровень знаний основ математического моделирования и оптимизации и химико-технологических процессов и аппаратов при различных условиях работы промышленных установок</p>	<p>уровень знаний основ математического моделирования и оптимизации и химико-технологических процессов и аппаратов при различных условиях работы промышленных установок, имеет место несколько не грубых ошибок</p>	<p>Низкий уровень знаний основ математического моделирования и оптимизации и химико-технологических процессов и аппаратов при различных условиях работы промышленных установок. Допускает ошибки при выполнении заданий</p>	<p>Не знает основ математического моделирования и оптимизации и химико-технологических процессов и аппаратов при различных условиях работы промышленных установок</p>
<p>уметь:</p>						
		<p>Выполнять расчеты промышленных теплообменных аппаратов с современными контактными устройствами и выбором оптимального режима работы.</p>	<p>Демонстрирует высокое умение при выполнении расчетов промышленных теплообменных аппаратов с современными контактными устройствами и выбором оптимального режима работы. Не допускает ошибок при решении задач</p>	<p>Демонстрирует умение выполнять расчеты промышленных теплообменных аппаратов с современными контактными устройствами и выбором оптимального режима работы. Допускает незначительные ошибки при решении задач</p>	<p>Частично демонстрирует умение выполнять расчеты промышленных теплообменных аппаратов с современными контактными устройствами и выбором оптимального режима работы. Решение задач неполное, с ошибками</p>	<p>Не умеет выполнять расчеты промышленных теплообменных аппаратов с современными контактными устройствами и выбором оптимального режима работы</p>
<p>владеть:</p>						

		Современными методами математического моделирования и вычислительной техники в расчетах промышленных массообменных колонн, аппаратов очистки газов и жидкостей	Владеет современными методами математического моделирования и вычислительной техники в расчетах промышленных массообменных колонн, аппаратов очистки газов и жидкостей в полном объеме	Демонстрирует хорошие навыки владения современными методами математического моделирования и вычислительной техники в расчетах промышленных массообменных колонн, аппаратов очистки газов и жидкостей	Плохо владеет современными методами математического моделирования и вычислительной техники в расчетах промышленных массообменных колонн, аппаратов очистки газов и жидкостей, допускает много ошибок	Не владеет современными методами математического моделирования и вычислительной техники в расчетах промышленных массообменных колонн, аппаратов очистки газов и жидкостей
ОПК-6	ОПК-6.3	знать: определение алгоритма и его свойства, способы записи алгоритма, алгоритмические структуры	Показал высокий уровень знаний свойств алгоритма, способы записи алгоритма и алгоритмические структуры, без ошибок	Уровень знаний алгоритма и его свойства, способов записи алгоритмов и алгоритмические структуры освоил в объеме соответствующей программе, имеет место несколько не грубых ошибок	Уровень знаний низкий. Допускает ошибки при записи алгоритмических структур, и определении свойств алгоритма	Не знает свойства алгоритма, алгоритмические структуры, допускает грубые ошибки
		уметь:				

		разрабатывать эффективные алгоритмы, содержащие базовые алгоритмические конструкции	Демонстрирует высокое умение разрабатывать эффективные алгоритмы, содержащие базовые алгоритмические конструкции. Не допускает ошибок при решении задач	Демонстрирует умение разрабатывать эффективные алгоритмы, содержащие базовые алгоритмические конструкции. Допускает незначительные ошибки при решении задач	Частично демонстрирует умение разрабатывать алгоритмы, содержащие базовые алгоритмические конструкции. Решение задач неполное, с ошибками	Не умеет разрабатывать алгоритмы, содержащие базовые алгоритмические конструкции
		владеть:				
		навыками разработки алгоритмов, для решения практических задач	Глубоко владеет навыками разработки алгоритмов для решения практических задач	Демонстрирует хорошие навыки разработки алгоритмов для решения практических задач	Плохо владеет навыками разработки алгоритмов, допускает много ошибок	Не владеет навыками разработки алгоритмов для решения практических задач
ПК-1	ПК-1.3	знать:				
		основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации	Показал высокий уровень знаний основного оборудования процесса, принципов его работы и правил технической эксплуатации	Уровень знаний основного оборудования процесса, принципов его работы и правил технической эксплуатации освоил в объеме соответствующей программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний низкий. Допускает ошибки при записи основного оборудования процесса, принципов его работы и правил технической эксплуатации	Не знает основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации, допускает грубые ошибки
		уметь:				

	производить пуск оборудования после всех видов ремонта планировать работу по техническому обслуживанию и диагностированию оборудования, начертить схему ремонтных работ	Демонстрирует высокое умение производить пуск оборудования после всех видов ремонта планировать работу по техническому обслуживанию и диагностированию оборудования, начертить схему ремонтных работ. Не допускает ошибок при решении задач	Демонстрирует умение производить пуск оборудования после всех видов ремонта планировать работу по техническому обслуживанию и диагностированию оборудования, начертить схему ремонтных работ. Допускает незначительные ошибки при решении задач	Частично демонстрирует умение производить пуск оборудования после всех видов ремонта планировать работу по техническому обслуживанию и диагностированию оборудования, начертить схему ремонтных работ. Решение задач неполное, с ошибками	Не умеет производить пуск оборудования после всех видов ремонта планировать работу по техническому обслуживанию и диагностированию оборудования, начертить схему ремонтных работ
	владеть:				
	Навыками составления технической документации, чтением технических чертежей	Глубоко владеет навыками составления технической документации, чтением технических чертежей	Демонстрирует хорошие навыки составления технической документации, чтением технических чертежей	Плохо владеет навыками составления технической документации, чтением технических чертежей, допускает много ошибок	Не владеет навыками составления технической документации, чтением технических чертежей

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение расчетных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение расчетных работ в семестре; тестовых заданий; понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение расчетных

работ в семестре и тестовых заданий;

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за слабое и неполное выполнение расчетных работ в семестре и тестовых заданий.

### **3. Перечень оценочных средств**

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Контрольная работа (КнТР)	Контрольная работа проводится для оценки знаний, полученных в процессе освоения дисциплины	Контрольная работа
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы проектов
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

#### **4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

##### **Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемая компетенция: ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-6.3, ПК-1.3

Примерные задачи контрольной работы

Задача 1.

Найти скорость осаждения в воде частицы кварцевого песка шарообразной формы диаметром 0,9 мм, если плотность песка составляет  $2650 \text{ кг/м}^3$ , а температура воды  $20^\circ \text{C}$

Задача 2.

Найти скорость осаждения в воде частицы глины шарообразной формы диаметром 0,5 мм, если плотность глины составляет  $1820 \text{ кг/м}^3$ , а температура воды  $20^\circ \text{C}$

Задача 3.

Определить размер наибольших шарообразных частиц мела, которые будут уноситься восходящим потоком воды, идущим со скоростью 0,5 м/с. Температура воды  $20^\circ \text{C}$ , плотность мела  $2710 \text{ кг/м}^3$ .

Задача 4.

Определить размер наибольших шарообразных частиц глины, которые будут уноситься восходящим потоком воды, идущим со скоростью 0,3 м/с. Температура воды  $20^\circ \text{C}$ , плотность глины  $1820 \text{ кг/м}^3$

Задача 5.

Найти скорость осаждения в воде при  $20^\circ \text{C}$  свинцового блеска угловатой формы  $d_s=1 \text{ мм}$  плотностью  $7560 \text{ кг/м}^3$ .

Задача 6.

Найти скорость осаждения в воде при  $10^\circ \text{C}$  частицы железной крошки угловатой формы  $d_s=2 \text{ мм}$  плотностью  $7874 \text{ кг/м}^3$ .

Задача 7.

Определить диаметр отстойника для непрерывного осаждения отмученного мела в воде. Производительность 80 т/ч начальной суспензии, содержащей 8% масс.  $\text{CaCO}_3$ . Диаметр наименьших частиц, подлежащих осаждению. 35мкм. Температура суспензии  $15^\circ \text{C}$ , влажность шлама 70%, плотность мела  $2710 \text{ кг/м}^3$ .

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах:

Менее 5- неудовлетворительно

От 6 до 9 - удовлетворительно

От 10 до 15 - хорошо

От 16 до 20 - отлично

##### **Для текущего контроля ТК2:**

Проверяемая компетенция: ОПК-4.1, ОПК-4.3, ОПК-6.3, ПК-1.3

Тест

К тепловым процессам относятся:

а) Осаждение б) Охлаждение

в) Центрифугирование г) Испарение

К гидромеханическим процессам относятся:

а) Измельчение б) Коагуляция в) Абсорбция

г) Перемешивание

К массообменным процессам относятся:

- а) Ректификация б) Коагуляция
- в) Нейтрализация г) Испарение

На рисунке изображен один из следующих способов организации движения потоков в аппаратах

- а) Прямоточное б) Перекрестное в) Противоточное
- г) Поперечноточное

Значение производства энтропии при достижении равновесного состояния системы стремится:

- а) Остается постоянным б) Равно нулю
- в) Стремится к бесконечности г) Стремится к единице

При диффузионном равновесии символ  $\square$  означает:

- а) Геометрический напор
- б) Активность системы
- в) Химический потенциал
- г) Коэффициент массопередачи

Условием механического равновесия является: а)  $P = \text{const}, dP = 0$ .

б)  $T = \text{const}, dT = 0$

- в)  $d\square = \text{const}, \square = 0$  г)  $V = \text{const}, dV = 0$ .

Условием теплового равновесия является:

а)  $V = \text{const}, dV = 0$ .

- б)  $\square = d\square = \text{const}, \square = 0$  в)  $T = \text{const}, dT = 0$  г)  $P = \text{const}, dP = 0$ .

Движущей силой гидромеханических процессов является: а) Разность температур

б) Разность давлений

в) Разность концентраций вещества г) Разность удельных объемов

Движущей силой массообменных процессов является: а) Разность давлений

б) Разность удельных объемов в) Разность температур

г) Разность концентраций вещества

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах:

Менее 5 - неудовлетворительно

От 6 до 9 - удовлетворительно

От 10 до 15 - хорошо

От 16 до 20 - отлично

**Наименование оценочного средства:** Курсовая работа

**Представление и содержание оценочных материалов**

**Варианты заданий для проектирования ректификационных установок**

Рассчитать и спроектировать ректификационную колонну непрерывного действия для разделения бинарных смесей летучих компонентов по следующим данным.

Тип колонны - тарельчатая.

Исходная смесь в количестве  $F$ , кг/ч, с составом  $x_f$ , % масс, нагревается до температуры кипения питательной тарелки. Температура исходной смеси -  $t_0$ , °С.

Состав дистиллята -  $x_p$ , % масс. Состав кубового остатка -  $x_w$ , % масс. Давление греющего пара -  $p$ , МПа. Начальная температура охлаждающей воды -  $t$ , °С. Давление в паровом пространстве дефлегматора - 0,1 МПа. Наименование разделяемой бинарной смеси и номера

заданий указаны в таблице 1.

**Таблица 1.**  
Наименование бинарных смесей для заданий

№ задания	Бинарная смесь
1	Ацетон - бензол
2	Ацетон-вода
3	Ацетон - этиловый спирт
4	Бензол - толуол
5	Бензол - уксусная кислота
6	Вода - уксусная кислота
7	Метиловый спирт - бензол
8	Метиловый спирт - вода
9	Метиловый спирт - этиловый спирт
10	Толуол - уксусная кислота

**Таблица 2.**  
Исходные данные для проектирования ректификационных колонн

№ варианта	$F$	$x_f$	$x_p$	$x_w$	$t_0$	$t_{вн}$	$p_p$	Тип колонны
1	10000	12	95	15	10	25	0,6	Ситч.
2	8000	8	92	2	12	20	0,7	Колп.
3	9000	25	94	1,2	14	15	0,8	Насад.
4	15000	18	95	2,5	16	27	0,9	Клап.
5	10000	12	80	3,5	18	22	0,8	Ситч.
6	6000	16	90	1,8	20	17	0,7	Колп.
7	12000	20	92	2	22	26	0,6	Насад.
8	15500	25	96	0,9	24	21	0,9	Клап.
9	16000	20	90	2,5	25	16	0,8	Ситч.
10	1000	15	95	3,5	25	25	0,7	Колп.

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах:

Менее 20 - неудовлетворительно

От 21 до 24 - удовлетворительно

От 25 до 30 - хорошо

От 31-40 - отлично

## 5. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства Примеры экзаменационных билетов

Представление и содержание оценочных материалов

### Билет № 1

1. Математические следствия закона сохранения энергии
2. Процессы флотации. Устройство флотаторов

### Билет № 2

1. Модели пограничного слоя.
2. Ректификация. Перегонка с дефлегматором.

### Билет № 3

1. Предмет «Химико-технологические процессы, аппараты и режимы». Классификация процессов и аппаратов.
2. Многокомпонентная ректификация. Схемы разделения.

### Билет № 4

1. Ячеечная модель структуры потоков. Комбинированные модели.
2. Простая перегонка жидкостей. Ректификация

### Билет № 5

1. Понятие пограничного слоя. Ламинарный и турбулентный пограничные слои.
2. Схема трехкорпусной выпарной установки.

**Билет № 6**

1. Устройства и работа градирен. Основы расчета градирен.
2. Характеристики и гидродинамика потоков при движении газов и жидкостей через зернистые и насадочные слои.

**Билет № 7**

1. Математические следствия закона сохранения массы.
2. Перемешивание в жидких средах. Устройство мешалок.

**Билет № 8**

1. Аппараты пыле- и газоочистки.
2. Проблема масштабного перехода при проектировании аппаратов. Пути решения

проблемы.

**Билет № 9**

1. Математические следствия закона сохранения импульса.
2. Абсорбция. Устройство и расчет насадочного абсорбера.

**Билет № 10**

1. Движение элементов дисперсной фазы в аппаратах. Выпаривание. Схема и работа выпарного аппарата.

**Критерии оценки и шкала оценивания в баллах:**

При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:

1. Правильность выполнения практического задания.
2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины
3. Владение специальными терминами и использование их при ответе.
4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы
5. Логичность и последовательность ответа
6. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем. 7.

От 26 до 40 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

От 20 до 25 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускаются одна – две неточности в ответе.

От 15 до 19 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

**Максимальное количество баллов за экзамен - 40**

**Аннотация к рабочей программе дисциплины Б1.О.22 Процессы и аппараты химической технологии**

**Направление подготовки:** 18.03.01 Химическая технология

**Направленность (профиль):** Технологии в энергетике и нефтегазопереработке

**Квалификация выпускника:** бакалавр

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ тепломассообменных процессов, гидромеханических процессов, основного и вспомогательного оборудования химико-технологических процессов, приобретение определенных навыков по расчету основных аппаратов и установок химико-технологических процессов

**Объем дисциплины:** 6 зачетных единицы, 216 часов

**Семестр:** 5

**Краткое содержание основных разделов дисциплины:**

№ п/п раздела	Краткое содержание разделов дисциплины
1	Гидромеханические процессы и аппараты
2	Тепломассообменные аппараты.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен