

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.

25.05.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**Процессы и аппараты**

Направление подготовки

**20.03.01 – Техносферная безопасность**

Профиль подготовки

**Безопасность технологических процессов и производств**

Квалификация выпускника

**Бакалавр**

Разработчик доц. Копылов М. В.

**СОГЛАСОВАНО**

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТОСППиТБ проф. Карманова О. В.

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты» является формирование у обучающихся теоретических знаний, практических умений и навыков, необходимых при осуществлении проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности.

Задачи дисциплины заключаются в подготовке обучающихся к решению следующих профессиональных задач:

- участие в выполнении научных исследований в области безопасности под руководством и в составе коллектива, выполнение экспериментов и обработка их результатов;
- участие в проектных работах в составе коллектива в области создания средств обеспечения безопасности и защиты человека от техногенных и антропогенных воздействий, разработке разделов проектов, связанных с вопросами обеспечения безопасности человека и защиты окружающей среды, самостоятельная разработка отдельных проектных вопросов среднего уровня сложности.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-4	способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	методы расчетов элементов технологического оборудования, процессов и аппаратов	рассчитывать процессы и аппараты химических производств	способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности
2	ПК-22	способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств	использовать законы и методы расчетов процессов и аппаратов химических производств	способностью использовать законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств на практике

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО Дисциплина «Процессы и аппараты» относится к блоку один ОП и ее базовой части.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Семестр	
		4	5
Общая трудоемкость дисциплины	180	108	72
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	73,55	39,1	34,45
Лекции	33	18	15
<i>В том числе в форме практической подготовки</i>	33	18	15
Лабораторные работы	33	18	15
<i>В том числе в форме практической подготовки</i>	33	18	15
Консультации текущие	1,65	0,9	0,75
Консультирование и прием курсовой работы	1,5	-	1,5

Проведение консультаций перед экзаменом	4	2	2
Виды аттестации (зачет/экзамен)	0,4	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>38,85</b>	<b>35,1</b>	<b>3,75</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	6	5	1
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	6	5	1
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	5,85	5,1	0,75
Курсовая работа	21	20	1
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>67,6</b>	<b>33,8</b>	<b>33,8</b>

## 5 Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
4 семестр			
1.	Введение	Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов.	3
2.	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов.	16
3.	Гидромеханические процессы и аппараты	Классификация гидромеханических процессов. Сопротивление движения тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Отстаивание. Псевдоожижение. Процесс фильтрования и аппараты для его реализации. Центрифугирование. Перемешивание.	52,1
5 семестр			
4.	Тепловые процессы и аппараты	Основы теплопередачи. Промышленные способы подвода и отвода теплоты. Теплообменные аппараты. Выпаривание.	12,75
5.	Массообменные процессы и аппараты	Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз. Абсорбция. Ректификация. Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Растворение и кристаллизация. Сушка.	21

### 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	СРО, час
4 семестр				
1.	Введение	2	-	1
2.	Механические процессы	7	-	9
3.	Гидромеханические процессы и аппараты	9	18	25,1
5 семестр				
4.	Тепловые процессы и аппараты	7	4	1,75
5.	Массообменные процессы и аппараты	8	11	2

#### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
-------	---------------------------------	-----------------------------	-------------------

## 4 семестр

1.	Введение	Предмет и задачи курса в системе подготовки инженеров. Классификация основных процессов. Основные принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов.	2
2.	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов.	7
3.	Гидромеханические процессы и аппараты	Роль гидромеханических процессов. Классификация гидромеханических процессов. Сопротивление движению тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Отстаивание. Движение жидкостей через зернистые и пористые слои. Псевдооживление. Фильтрация суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах. Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Разделение неоднородных сред в циклонах. Перемешивание. Интенсивность и эффективность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Пневматическое, циркуляционное и другие виды перемешивания.	9

## 5 семестр

4.	Тепловые процессы и аппараты	Значение процессов теплообмена при переработке растительного сырья. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Уравнение теплопроводности. Конвекция и теплоотдача. Основы подобия тепловых процессов. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи при переменных температурах теплоносителей. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре. Теплообменные аппараты. Схема расчета теплообменников. Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой балансы для выпарной установки. Общая и полезная разность температур. Тепловые потери в установках. Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена. Многократное выпаривание. Сущность и преимущества многократного выпаривания.	7
5.	Массообменные процессы и аппараты	Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз. Законы фазового равновесия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Направление процессов массопереноса, их обратимость. Молекулярная и турбулентная диффузия. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массоотдачи. Движущая сила процесса. Критерии диффузионного подобия. Основное уравнение массопередачи. Коэффициенты массопередачи и их выражения. Средняя движущая сила процессов массопередачи. Общие методы интенсификации процесса массопередачи. Абсорбция. Особенности массопередачи в системах с	8

		<p>твердой фазой. Механизмы переноса в твердых телах, нестационарность массопереноса в твердых телах. Способы массопереноса в системах с твердой фазой. Непрерывный и ступенчатый контакт фаз в массообменных аппаратах. Пути интенсификации массообменных процессов.</p> <p>Общая характеристика процессов кристаллизации из растворов и расплавов. Материальный и тепловой балансы кристаллизатора. Кинетика процесса кристаллизации. Скорость роста кристаллов. Диффузионное сопротивление и сопротивление, обусловленное кристаллохимической реакцией на поверхности. Движущая сила процесса. Пути интенсификации процесса.</p> <p>Общая характеристика процесса сушки. Общая схема конвективной сушилки. Материальный и тепловой балансы конвективной сушилки. Действительная и теоретическая сушилки. Кинетика процесса сушки. Формы связи влаги с материалом. Движущая сила процесса. Критическая и равновесная влажность материала. Продолжительность первого и второго периода сушки. Классификация и конструкции сушилок.</p>	
--	--	---	--

**5.2.2 Практические занятия  
не предусмотрены**

**5.2.3 Лабораторный практикум**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
4 семестр			
1.	Введение		-
2.	Механические процессы		-
3	Гидромеханические процессы и аппараты	Изучение гидродинамики взвешенного слоя	4
		Осаждение под действием силы тяжести	4
		Определение констант процесса фильтрования	4
		Определение скоростей осаждения, витания и уноса частиц	6
5 семестр			
4.	Тепловые процессы и аппараты	Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»	4
5.	Массообменные процессы и аппараты	Исследование гидродинамики колпачковой тарелки	3
		Изучение процесса абсорбции углекислого газа водой в аппарате с механическим перемешиванием	4
		Изучение кинетики процесса конвективной сушки	4

**5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
4 семестр			
1.	Введение	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник)	1
2.	Механические процессы	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник) Тест	9
		(лекции, учебник)	4 5
3.	Гидромеханические процессы и аппараты	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник,	25,1

		лабораторные работы)	1
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	3
		Задачи (лекции, учебник, лабораторные работы)	1
		Курсовая работа	0,1
			20
5 семестр			
А 4.	Тепловые процессы и аппараты	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	1,75
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	0,25
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	0,25
		Задачи (лекции, учебник, лабораторные работы)	0,5
		Курсовая работа	0,25
с; 5.	Массообменные процессы и аппараты	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	0,5
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	0,25
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	0,25
		Задачи (лекции, учебник, лабораторные работы)	0,5
		Курсовая работа	0,5

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. Процессы и аппараты пищевых производств: учеб. для вузов / А. Н. Остриков, О. В. Абрамов, А. В. Логинов [и др.] ; под ред. А. Н. Острикова. — СПб. : ГИОРД, 2012. — 616 с.: ил. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4887>
2. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] : учеб. для вузов : в 2 кн. Кн. 1. / А. Н. Остриков [и др.] ; под ред. А. Н. Острикова. - СПб. : ГИОРД, 2007. - 704 с. : ил.
3. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] : учеб. для вузов : в 2 кн. Кн. 2. / А. Н. Остриков [и др.] ; под ред. А. Н. Острикова. - СПб. : ГИОРД, 2007. - 608 с. : ил.
4. Остриков, А.Н. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам: учебное пособие / А.Н. Остриков, А.В. Логинов, Л.Н. Ананьева [и др.] - Воронеж: ВГУИТ (Воронежский государственный университет инженерных технологий), 2012. - 281 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5820>
5. Практикум по гидравлике (руководство по изучению курса) [Текст]: учеб. пособие / А.В. Логинов, А.Н. Остриков, Ю.В. Красовицкий [и др.]; Воронеж. гос. технол. акад. - Воронеж: ВГТА, 2009. - 352 с.

### 6.2 Дополнительная литература

1. Красовицкий, Ю.В. Процессы и аппараты пищевых производств (теория и расчеты) [Текст]/ Ю.В. Красовицкий, Н.С. Родионова, А.В. Логинов; Воронеж. гос. технол. акад.- Воронеж, 2004.- 303 с.
2. Логинов А.А., Подгорнова Н.М., Болгова И.Н. Процессы и аппараты химических и пищевых производств (пособие по проектированию) [Текст]: учебное пособие для студентов вузов (гриф УМО) / ВГТА. - Воронеж, 2003. - 264 с.
3. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии/ К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков - М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. - 576 с.
4. Лашинский, А. А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры [Текст]: справочник. - 4-е изд., стер. - М.: Альянс, 2013. - 752 с.
5. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст] : учебник для студ. технич. вузов (гриф МО) / Т. М. Башта [и др.]. - 4-е изд., стер. - М. : Альянс, 2010. - 423 с.

### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Материалы педагогической диагностики по дисциплине «Процессы и аппараты» [Текст] : учебное пособие / А. Н. Остриков, И.Н. Болгова, И.С. Наумченко [и др.]; Воронеж. Гос. Ун-т инж. Технол. - Воронеж, 2019. - 340 с. - Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/4795>

#### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsu.ru/megapro/web">http://biblos.vsu.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoed.ru/">https://npoed.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="https://education.vsu.ru/">https://education.vsu.ru/</a>

#### 6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ» <https://education.vsu.ru/>, автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры» <https://training.i-exam.ru/>, образовательная платформа «Лифт в будущее» <https://lift-bf.ru/courses>.

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение - ОС Windows, ОС ALT Linux.

#### 6.6 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебнометодическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. - Режим доступа : <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. - Загл. с экрана

#### 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.

##### Лаборатория № 111

Лабораторные установки:

«Абсорбция углекислого газа водой»,

«Расход мощности на перемешивание»,

Установки для изучения гидродинамики потоков жидкости и газов:

«Гидродинамика зернистого слоя»,

«Гидродинамика колпачковой тарелки»,

«Осаждение, витание и унос твердой частицы в жидкой среде»,

«Осаждение твердых частиц в жидкой среде»,

«Определение констант процесса фильтрации»,

«Барабанный вакуум-фильтр»,  
«Простая перегонка»,  
«Исследование теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»»,  
Стенд колонных аппаратов.

### **Лаборатория № 117**

Макет вакуум-выпарной установки с выносной греющей камерой

Макет массообменного аппарата

Стенды:

«Трехкорпусная вакуум-выпарная установка»

«Ректификационная установка непрерывного действия»

«Основные виды фильтровальных материалов»

«Используемые виды насадок в массообменных аппаратах»

«Различные виды контактных устройств массообменных аппаратов».

## **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

8.1 **Оценочные материалы** (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

8.2 Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 20.03.1 - «Техносферная безопасность».

## ПРИЛОЖЕНИЕ к рабочей программе

### 1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения

#### 1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Семестр	
		8	9
Общая трудоемкость дисциплины	180	108	72
<b>Контактная работа, в т. ч. аудиторные занятия:</b>	33	15,9	17,1
Лекции	10	6	4
<i>В том числе в форме практической подготовки</i>	10	6	4
Лабораторные работы	14	6	8
<i>В том числе в форме практической подготовки</i>	14	6	8
Консультации текущие	1,5	0,9	0,6
Рецензирование контрольных работ обучающихся-заочников	1,6	0,8	0,8
Консультирование и прием курсовой работы	1,5		1,5
Проведение консультаций перед экзаменом	4	2	2
Виды аттестации (зачет/экзамен)	0,4	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	133,4	85,3	48,1
Контрольные работы	20/2	9,2/1	9,2/1
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	25,8	25,3	0,5
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	32,1	30,8	1,3
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	21,1	20	1,1
Курсовая работа	34,5		34,5
<b>Подготовка к зачету/экзамену (контроль)</b>	13,6	6,8	6,8

**АННОТАЦИЯ**  
**К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ»**  
(наименование дисциплины)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности (ПК-4);
- способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач (ПК-22).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать**

- методы расчетов элементов технологического оборудования, процессов и аппаратов
- законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств

**уметь**

- рассчитывать процессы и аппараты химических производств;
- использовать законы и методы расчетов процессов и аппаратов химических производств. **владеть**
- способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности;
- способностью использовать законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств на практике.

**Содержание разделов дисциплины.** Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов. Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов. Классификация гидромеханических процессов. Сопротивление движения тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Отстаивание. Псевдооживление. Процесс фильтрации и аппараты для его реализации. Центрифугирование. Перемешивание. Основы теплопередачи. Промышленные способы подвода и отвода теплоты. Теплообменные аппараты. Выпаривание. Основы массообмена в системах со свободной границей раздела фаз. Абсорбция. Ректификация. Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Растворение и кристаллизация. Сушка.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

Процессы и аппараты

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Перечень компетенций		Этапы формирования компетенций		
	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-4	способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	методы расчетов элементов технологического оборудования, процессов и аппаратов	рассчитывать процессы и аппараты химических производств	способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности
2	ПК-22	способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств	использовать законы и методы расчетов процессов и аппаратов химических производств	способностью использовать законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств на практике

## 2 Паспорт оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№ заданий	
1	Введение	ПК-4 ПК-22	<i>Банк тестовых заданий</i>	25,38	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	118-119	Контроль преподавателем
2	Механические процессы аппараты	ПК-4 ПК-22	<i>Банк тестовых заданий</i>	19, 49-51	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к экзамену)</i>	78-79, 147	Контроль преподавателем
3	Гидромеханические процессы и аппараты	ПК-4 ПК-22	<i>Банк тестовых заданий</i>	1-9,20-21,26-28,39-43,54-55	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к экзамену)</i>	80-87, 120-127	Контроль преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	99-106,148-153	Защита лабораторных работ
			<i>Задачи</i>	170-172,176-178	Проверка преподавателем
			<i>Кейс-задание</i>	58-63,71,72	Проверка преподавателем
4	Тепловые процессы и аппараты	ПК-4 ПК-22	<i>Банк тестовых заданий</i>	10-14,22,29-30,44-45,56	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к экзамену)</i>	88-90,128-131	Контроль преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	107-112,154-159	Защита лабораторных работ
			<i>Кейс-задание</i>	64-66,73	Проверка преподавателем
			<i>Задачи</i>	173,179-181	Проверка преподавателем
			<i>Курсовая работа</i>	128-131	Защита курсовой работы
5	Массообменные процессы и аппараты	ПК-4 ПК-22	<i>Банк тестовых заданий</i>	15-18,23-24,41-42,33-37,46-48,52-53,57	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к экзамену)</i>	91-98,132-146	Контроль преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	113-117,160-169	Защита лабораторных работ
			<i>Кейс-задание</i>	67-70,74-77	Проверка преподавателем
			<i>Задачи</i>	174-175,182-184	Проверка преподавателем
<i>Курсовая работа</i>	132-146	Защита курсовой работы			

### 3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

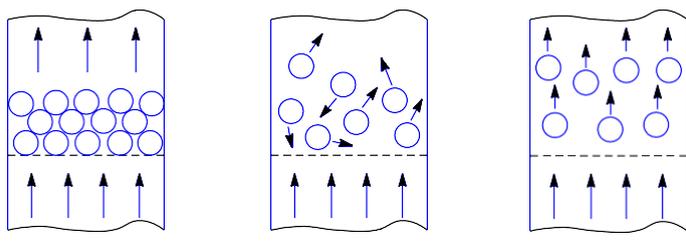
Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования, и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета, экзамена).

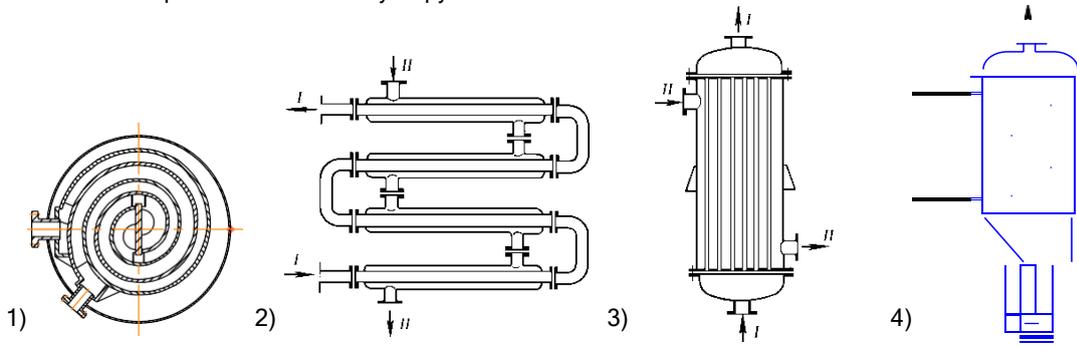
Каждый вариант теста включает 20 контрольных заданий, из них:

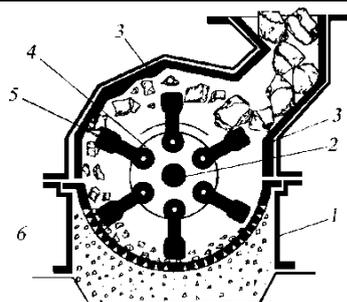
- 8 контрольных заданий на проверку знаний;
- 9 контрольных заданий на проверку умений;
- 3 контрольных заданий на проверку навыков.

#### 3.1 Тесты (тестовые задания)

##### 3.1.1 ПК-4 способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности

№ задания	Тестовое задание
<b>А (на выбор одного правильного ответа)</b>	
1	Основной расчетной геометрической характеристикой отстойника является а) высота отстойника; б) длина отстойника; в) площадь поверхности отстойника в плане; г) верный ответ не указан.
2	Каким образом можно увеличить производительность проектируемого отстойника а) увеличивая площадь отстойника в плане; б) увеличивая объем отстойника; в) увеличивая высоту отстойника; г) увеличивая скорость осаждения частиц и площадь отстойника в плане
3	Псевдооживленный слой  <p>а)                      б)                      в)</p>
4	Начало псевдооживления наступает при а) равенстве силы гидравлического сопротивления слоя весу всех его частиц; б) условию, что вес отдельной частицы уравнивается силой сопротивления, возникающей при обтекании частицы потоком; в) условию, что вес всех частиц больше гидравлического сопротивления слоя; г) условию, что вес всех частиц меньше гидравлического сопротивления слоя
5	Мощность, потребляемую мешалкой при установившемся режиме, рассчитывают по формуле: $1) \frac{\rho n d^2}{\mu}; \quad 2) K_N \cdot \rho n^3 d^5; \quad 3) \frac{K \cdot \rho n^3 d^5}{\eta}.$
6	Отстойные центрифуги для разделения эмульсии называются: а) гомогенизаторами б) сепараторами в) классификаторами г) циклонами.
7	Фильтры непрерывного действия а) барабанный вакуум-фильтр, б) дисковый вакуум-фильтр, в) нутч-фильтр, г) рамный фильтр-пресс.
8	Какие из фильтров являются фильтрами периодического действия: а) рамный фильтр-пресс; б) барабанный вакуум-фильтр; в) нутч-фильтр; г) ленточный вакуум-фильтр

9	<p>Основным технологическим показателем фильтровальных перегородок являются</p> <p>а) площадь;  б) толщина;  в) задерживающая способность;  г) внешний вид</p>
10	<p>Какой из аппаратов является кожухотрубчатый теплообменником?</p>  <p>1) 2) 3) 4)</p>
11	<p>Основной фактор, определяющий интенсивность выпаривания и производительность выпарного аппарата, - это разность температур</p> <p>а) греющего и вторичного пара;  б) греющего пара и стенки кипяточной трубки;  в) греющего пара и кипящего раствора</p>
12	<p>Многокорпусные выпарные установки применяются для</p> <p>а) увеличения площади теплопередачи;  б) снижения металлоемкости установки;  в) экономии расхода греющего пара;  г) увеличения времени нахождения раствора в зоне выпаривания</p>
13	<p>Назначение ходов в многоходовом теплообменнике по межтрубному пространству для нагревания жидкости водяным паром в том, чтобы</p> <p>а) Увеличить скорость жидкости.  б) Увеличить скорость пара.  в) Увеличить время пребывания жидкости в аппарате.  г) Увеличить время пребывания пара в аппарате</p>
14	<p>Вторичный пар, отбираемый из выпарной установки для других нужд, называется:</p> <p>а) греющим паром;  б) экстра-паром;  в) глухим паром</p>
15	<p>Исходная смесь при ректификации подается в</p> <p>а) нижнюю часть колонны;  б) среднюю часть колонны;  в) верхнюю часть колонны</p>
16	<p>Состав пара, удаляющегося из ректификационной колонны в дефлегматор, равен составу</p> <p>а) кубового остатка;  б) исходной смеси;  в) дистиллята.</p>
17	<p>Сушка при непосредственном соприкосновении высушиваемого материала с сушильным агентом называется:</p> <p>а) конвективной;  б) сублимационной;  в) радиационной</p>
18	<p>Осуществляется ли процесс кристаллизации из пересыщенных растворов?</p> <p>а) да;  б) нет.</p>
19	<p>Укажите правильное название измельчающей машины, представленной на рисунке.</p> <p>а) молотковая дробилка;  б) дисмембратор;  в) протирочная машина;  г) ножевая дробилка;  д) гомогенизатор.</p>

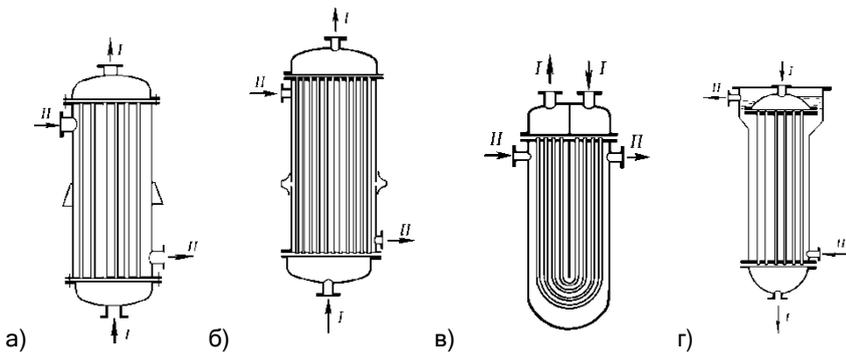


**Б (на выбор нескольких правильных)**

20 Неоднородными системами являются:  
 а) суспензия  
 б) пыль  
 в) газовая смесь  
 г) раствор

21 При переходе зернистого слоя в псевдоожиженное состояние увеличивается  
 а) порозность;  
 б) высота слоя;  
 в) гидравлическое сопротивление

22 Компенсация температурных удлинений предусмотрена в теплообменниках



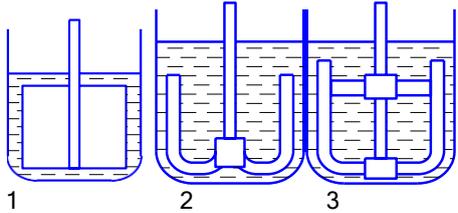
23 Основными характеристиками насадки являются:  
 а) размеры элемента;  
 б) удельная поверхность;  
 в) гидравлическое сопротивление;  
 г) свободный объем.

24 Конвективный процесс сушки можно осуществлять в следующих сушилках:  
 1) ленточная;  
 2) вальцовая;  
 3) камерная;  
 4) туннельная

**В (на соответствие)**

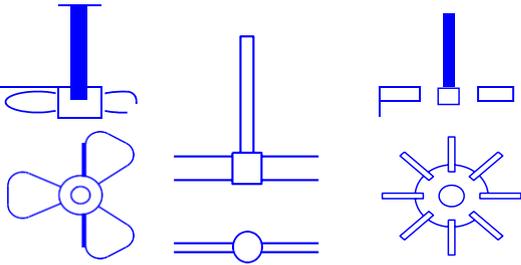
25	Единицы измерения	
	А) Объемного расхода	1) м <sup>3</sup> /с
	Б) Массового расхода	2) кг/с
	В) Динамической вязкости жидкости	3) Па·с
	Г) кинематической вязкости	4) м <sup>2</sup> /с
	Д) числа Рейнольдса	5) безразмерное

26 Установить соответствие между рисунком и типом мешалки  
 а) рамная;  
 б) листовая;  
 в) якорная;



27 Установить соответствие между картинкой и типом мешалки  
 а) лопастная;

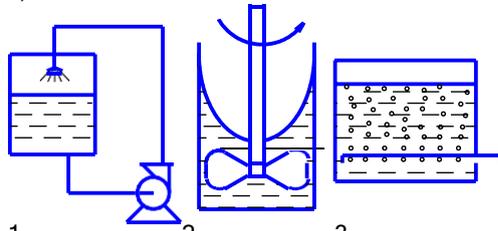
- б) пропеллерная;
- в) турбинная.



1 2 3

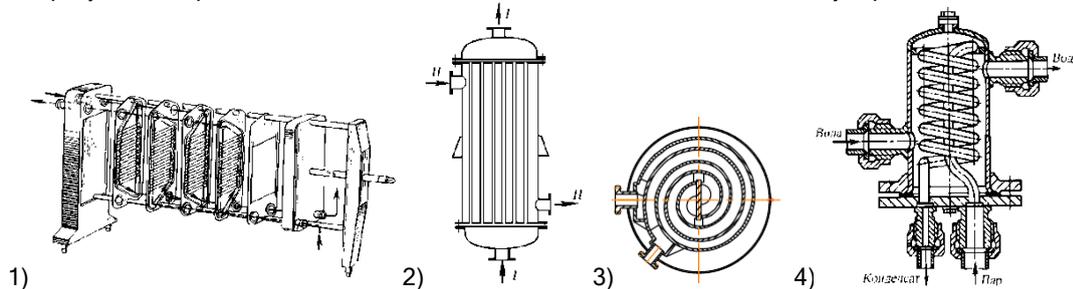
28 Установить соответствие между картинкой и способом перемешивания

- а) циркуляционный;
- б) пневматический;
- в) механический.



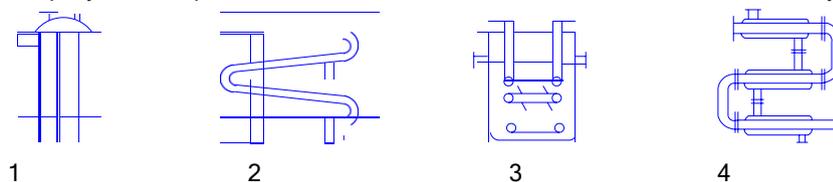
1 2 3

29 На рисунке изображены теплообменники. Установить соответствие между картинкой и названием.



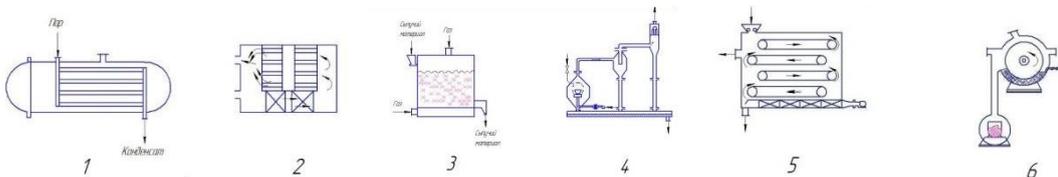
- а) змеевиковый;
- б) спиральный;
- в) кожухотрубчатый;
- г) пластинчатый

30 На рисунке изображены теплообменники. Установить соответствие между рисунком и названием.



- а) кожухотрубчатый;
- б) оросительный;
- в) змеевиковый;
- г) типа «труба в трубе».

31 Какая из данных сушилок является:  
 а) ленточной;  
 б) распылительной;  
 в) камерной;  
 г) сушильным шкафом;  
 д) вальцовой,  
 е) сушилкой с псевдооживленным слоем



32	<p>Приведите в соответствие название и схемы способов измельчения продуктов.</p> <p>а) раздавливание;          б) раскалывание междуклинообразными рабочими элементами;          в) разламывание;          г) раскалывание с опорной плитой.</p>
----	--

**Д (открытого типа)**

33	Ректификация - это процесс _____ частичного испарения жидкости с последующей ко н-денсацией образующихся паров
34	Жидкость, возвращаемая в ректификационную колонну для орошения и взаимодействия с поднима ющимся паром, - это _____
35	В первый период сушки удаляется _____ влага
36	Уменьшение влажности материала за бесконечно малый промежуток времени - это _____ сушки
37	Процесс выделения твердого вещества из его пересыщенного раствора или расплава - это _____

**3.1.2 ПК-22 способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач**

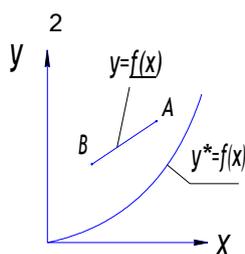
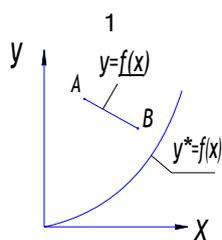
№ за-дания	Тестовое задание
------------	------------------

**А (на выбор одного правильного ответа)**

38	<p>Сущность гипотезы сплошности заключается в том, что жидкость рассматривается как</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) среда, имеющая разрывы и пустоты</li> <li>2) сложная среда с растворенными газами, веществами, имеющая разрывы и пустоты</li> <li>3) неподвижное твердое или жидкое тело, при определенной температуре и давлении</li> <li>4) континуум, непрерывная сплошная среда</li> </ol>
39	<p>Соотношение между критерием Рейнольдса и Архимеда при ламинарном режиме осаждения:</p> $Re = \frac{Ar}{18};$ <p>а) <math>Re = 0,152 Ar^{0,75};</math>          б) <math>Re = 1,74 \sqrt{Ar};</math>          в) <math>Re = 1,74 \sqrt{Ar};</math>          г) верный ответ не указан.</p>
40	<p>Отстаивание есть процесс разделения под действием силы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) инерции;</li> <li>б) тяжести;</li> <li>в) центробежной;</li> <li>г) электрического поля</li> </ol>
41	<p>Правильная запись основного дифференциального уравнения фильтрования, если <math>\Delta P</math> - разность давлений, <math>R_{oc}, R_{\phi}</math> - сопротивления осадка и фильтровальной перегородки, <math>V</math> - объем фильтрата, <math>S</math> - площадь поверхности фильтрования, <math>\tau</math> - продолжительность фильтрования.</p> <p>а) <math>\Delta P = \mu (R_{oc} + R_{\phi}) \frac{dV}{d\tau};</math>      б) <math>\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu (R_{oc} - R_{\phi})};</math></p> <p>в) <math>\frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu (R_{oc} + R_{\phi})};</math>      г) <math>\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu (R_{oc} + R_{\phi})}.</math></p>
42	<p>В аппарате на решетке находится слой зернистого материала. Как изменится перепад давлений <math>\Delta P</math> на слое, если скорость газа <math>w</math> через слой непрерывно увеличивать, начиная от <math>w = 0</math>.</p> <p>а) ; б) ; в) ; г) .</p>



ции при противоточной схеме.



**Д (открытого типа)**

54	Система, состоящая из жидкой сплошной фазы и твердой дисперсной, - это _____
55	Объем свободного пространства между частицами в единице объема, занятого зернистым слоем - это _____
56	Движущей силой процесса теплопередачи является разность _____
57	Целевой компонент всегда переходит в фазу, в которой содержание его _____ равновесной

**3.2 Кейс - задания**

**3.2.1 ПК-4 способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности**

**Задание: Дать развернутые ответы на следующие задания**

Номер вопроса	Текст задания
58	<b>Ситуация.</b> Вы работаете мастером на очистных сооружениях, необходимо провести реконструкцию с целью увеличения производительности отстойников. <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности отстойников
59	<b>Ситуация.</b> Вы работаете метрологом на очистных сооружениях. При отборе проб выяснилось, что осветленная жидкость имеет не надлежащее качество. <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по улучшению качества осветленной жидкости
60	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на станции фильтрации сахарного завода. При отборе проб выяснилось, что не обеспечивается заданная чистота фильтра. <b>Задание.</b> Объясните причины брака, предложите мероприятия по улучшению качества фильтрата
61	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на станции фильтрации сахарного завода, необходимо увеличить скорость фильтрации с целью повышения производительности (фильтрация ведется при постоянном перепаде давления). <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности фильтров
62	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на кондитерской фабрике в конфетном цехе. Процесс перемешивания вязкопластичных конфетных масс имеет низкую интенсивность. <b>Задание:</b> Повысить интенсивность перемешивания вязкопластичных конфетных масс.
63	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на кондитерской фабрике в конфетном цехе. Процесс перемешивания вязкопластичных конфетных масс имеет низкую эффективность. <b>Задание:</b> Предложите мероприятия по повышению эффективности процесса.
64	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на сахарном заводе, для подогрева жомопресованной воды перед поступлением в отстойник используется вертикальный кожухотрубчатый теплообменник. За 5 мин вода долж на нагреваться от 35 до 85 °С. Сейчас за пять минут вода нагревается от 35 до 60 °С. <b>Задание:</b> Установить причину данного происшествия и предложить ряд мероприятий по предотвращению подобных ситуаций.
65	<b>Ситуация.</b> Вы работаете начальником участка выпаривания сахарного завода. Необходимо провести инструктаж по технике безопасности для вновь пришедших операторов. <b>Задание.</b> Перечислите мероприятия по обеспечению безопасности при работе на вакуум-выпарной установке.
66	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на вакуум-выпарной установке сахарного завода. Перед Вами поставили задачу экономии энергоносителей. <b>Задание.</b> Предложите мероприятия для экономии греющего пара, приходящегося на один кг выпариваемой воды.
67	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на предприятии по производству азотной кислоты оператором абсорбционной колонны. Перед Вами поставлена задача интенсифицировать процесс. <b>Задание.</b> Предложите мероприятия по интенсификации процесса абсорбции аммиака водой.
68	<b>Ситуация.</b> Вы работаете главным инженером на хлебоприемном пункте. Вам поручили приобрести новую зерносушильную установку. <b>Задание:</b> Подобрать возможные конструкции сушилок, пояснить их достоинства и недостатки.
69	<b>Ситуация.</b> В овощесушильном цехе, где Вы работаете, начальником цеха, сушат абрикосы. Абрикосы поступают в цех с влажностью 75 % и высушиваются до 17 % за 950 с. <b>Задание:</b> Определить какая скорость сушки абрикосов на имеющемся оборудовании и предложить мероприятия по ее увеличению.
70	<b>Ситуация.</b> В цехе, где Вы работаете оператором линии по сушке фруктовых чипсов, очень высокие потери теплоты сушилкой в окружающую среду.

**Задание:** Предложить комплекс мер по минимизации этих потерь.

**3.2.2 ПК-22 способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач**

**Задание:** Дать развернутые ответы на следующие задания

Номер вопроса	Текст задания
71	<b>Ситуация.</b> Вы работаете мастером на очистных сооружениях, необходимо увеличить скорость осаждения в отстойниках. <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению скорости осаждения
72	<b>Ситуация.</b> Вы работаете инженером на предприятии. Лопастная мешалка смесителя для перемешивания технического глицерина размером $d_1 = D/3$ была заменена на меньшую с $d_2 = D/4$ . Размешивание в обоих случаях производится в условиях ламинарного режима. <b>Задание.</b> Определить, как повлияет данное изменение на частоту вращения мешалки при такой же мощности электродвигателя?
73	<b>Ситуация.</b> В цехе работает (по прямоточной схеме) воздухоподогреватель, в котором нагревается воздух от температуры $t_1' = 20$ °С до $t_2' = 210$ °С горячими газами, которые охлаждаются от температуры $t_1 = 410$ °С до температуры $t_2 = 250$ °С. <b>Задание.</b> Определить средний температурный напор между воздухом и газом и предложить мероприятия по его увеличению.
75	<b>Ситуация.</b> Вы работаете оператором противоточного насадочного абсорбера, служащего для поглощения аммиака из смеси его с воздухом водой при следующих условиях: начальная концентрация аммиака в воде $x_n = 0$ кмоль/кмоль, ее расход $L = 3,89 \cdot 10^{-2}$ кмоль/с, конечная $x_k = 0,0025$ кмоль/кмоль. Расход газовой смеси $G = 1,94 \cdot 10^{-2}$ кмоль/с. <b>Задание.</b> Определить, какой будет концентрация аммиака в воде на выходе из абсорбера заданной при степени извлечения 85%.
76	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на спиртзаводе. На предприятии имеется ректификационная колонна, служащая для увеличения концентрации этанола в воде от $x_f = 10$ % мол до $x_D = 80$ % мол. <b>Задача.</b> Определить минимальное флегмовое число данной колонны. Пояснить, на что оно влияет.
77	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на спиртзаводе. Ректификационная колонна в цехе работает при флегмовом числе, равном $R = 2,5$ , а дистиллят должен иметь концентрацию 82 % мол. Число реальных тарелок в верхней части колонны 12, КПД тарелок $\eta_T = 0,5$ . <b>Задача.</b> Определить минимальное содержание этилового спирта $x_f$ на нижней (питательной) тарелке укрепляющей части колонны, служащей для увеличения содержания этилового спирта в смеси с водой

**3.3 Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ)**

**3.3.1 ПК-4 способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности**

Номер вопроса	Текст вопроса
78	Измельчение твердых материалов. Дробилки для крупного и тонкого измельчения.
79	Измельчение твердых материалов. Сортирование и смешение твердых материалов.
80	Расчет скорости свободного и стесненного осаждения частиц в гравитационном поле. Конструкции отстойников. Определение основных размеров.
81	Расчет гидравлического сопротивления слоя. Расчет скорости псевдоожижения, витания и уноса. Однородное и неоднородное псевдоожижение. Пневмо- и гидротранспорт зернистого твердого растительного сырья.
82	Фильтрация суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах при производстве продуктов питания из растительного сырья. Фильтрующие перегородки. Сжимаемые и несжимаемые осадки.
83	Классификация и основные типы фильтровальной аппаратуры, используемой для производства продуктов питания из растительного сырья. Фильтры периодического и непрерывного действия для разделения суспензий.
84	Оптимизация продолжительности цикла фильтрования, фильтры для очистки газов от пылей. Основы расчета фильтров периодического и непрерывного действия.
85	Центрифуги фильтрующие и отстойные периодического и непрерывного действия. Сепараторы. Основы расчета осадительных центрифуг. Основы расчета фильтрующих центрифуг. Мокрая очистка газов. Электрофильтры
86	Интенсивность и эффективность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Гидродинамические структуры потока в аппаратах механическим перемешиванием.
87	Пневматическое, циркуляционное и другие виды перемешивания. Использование пульсационной техники при переработке растительного сырья.
88	Теплообменные аппараты. Классификация и конструкции основных поверхностных теплообменников. Конструкции смесительных теплообменников. Схема расчета теплообменников.
89	Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки.
90	Оптимальное число корпусов. Распределение полезной разности температур по корпусам. Конструкции выпарных аппаратов и их классификация.

91	Непрерывный и ступенчатый контакт фаз в массообменных аппаратах. Расчет рабочей высоты массообменных аппаратов. Аппараты с непрерывным контактом фаз (насадочные, пленочные). Число единиц переноса. Высота единицы переноса. Способы расчета числа единиц переноса.
92	Аппараты со ступенчатым контактом фаз (тарельчатые). Ступень изменения концентрации (теоретическая тарелка). Кинетическая кривая. Графоаналитический расчет числа тарелок. Коэффициент полезного действия колонного аппарата. Расчет диаметра аппаратов. Пути интенсификации массообменных процессов.
93	Пути интенсификации массообменных процессов. Десорбция и способы ее проведения. Абсорберы. Их классификация.
94	Классификация ректификационных аппаратов и их расчет.
95	Влияние условной кристаллизации на качественные характеристики кристаллов. Основные конструктивные типы кристаллизаторов. Пути интенсификации процесса.
96	Классификация и конструкции конвективных сушилок. Распылительные сушилки.
97	Контактная сушка. Специальные методы сушки. Сублимационная сушка. Сушка инфракрасными лучами. Сушка токами высокой частоты
98	Экспериментальное определение сопротивления зернистых слоев. Схема лабораторной установки, порядок проведения эксперимента.
99	Примеры практического использования неподвижных и взвешенных зернистых слоев.
100	Факторы, влияющие на скорость осаждения. Методы интенсификации процесса осаждения.
101	Формула производительности отстойников. Расчет отстойников.
102	Конструкции отстойников.
103	Типы фильтровальных перегородок и требования, предъявляемые к материалам фильтрованных перегородок.
104	Схема лабораторной установки «Определение констант процесса фильтрования», порядок проведения эксперимента.
105	Экспериментальное определение порозности осадка.
106	Конструкции фильтров периодического и непрерывного действия
107	Схема лабораторной установки «Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе», порядок проведения эксперимента.
108	Определение значений опытного коэффициента теплопередачи.
109	Методы интенсификации процесса теплопередачи.
110	Конструкция теплообменника типа "труба в трубе".
111	Классификация теплообменных аппаратов. Конструкция оросительного теплообменника.
112	Схема установки «Испытания оросительного теплообменника», порядок проведения эксперимента.
113	Отличительная особенность сушки от других способов обезвоживания.
114	Схема лабораторной установки «Изучение кинетики процесса конвективной сушки», порядок проведения эксперимента.
115	Устройство сушилок.
116	Схема лабораторной установки «Экспериментальная проверка дифференциального уравнения простой перегонки», порядок проведения эксперимента.
117	Принципиальная схема периодической простой перегонки, сущность процесса. Фракционная перегонка.

**3.3.2 ПК-22 способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач**

Номер вопроса	Текст вопроса
118	Предмет и задачи курса в системе подготовки инженеров. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов.
119	Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов: материальный и энергетический балансы, интенсивность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление. Оптимизация процессов
120	Измельчение твердых материалов. Расход энергии.
121	Роль гидромеханических процессов в производстве продуктов питания из растительного сырья. Классификация гидромеханических процессов.
122	Сопротивление движения тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения.
123	Движение жидкостей через неподвижные зернистые слои. Характеристики зернистого слоя: порозность, удельная поверхность слоя, удельная поверхность частицы, эквивалентный диаметр каналов.
124	Уравнение фильтрования и экспериментальное определение его констант. Промывка осадков. Скорость промывки.
125	Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Очистка газов от пыли в циклонах. Разделение суспензий и эмульсий в гидроциклонах. Фактор разделения.
126	Значение процессов теплообмена при переработке растительного сырья. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Стационарный и нестационарный перенос теплоты.
127	Дифференциальное уравнение теплопроводности. Конвекция и теплоотдача. Дифференциальное уравнение конвективного переноса теплоты.
128	Подобие тепловых процессов. Критериальное уравнение теплоотдачи. Теплопередача. Уравнение теплопередачи для плоской и цилиндрической стенок. Связь между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи.
129	Определение средней движущей силы процесса теплопередачи при переменных температурах теплоносителей. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре.

130	Материальный и тепловой балансы для однокорпусной выпарной установки. Общая и полезная разность температур. Тепловые потери в установках. Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена.
131	Многokrатное выпаривание. Сущность и преимущества многократного выпаривания. Материальный и тепловой балансы для многократного выпаривания.
132	Законы фазового равновесия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Направление процессов массопереноса, их обратимость.
133	Механизмы переноса массы. Молекулярная диффузия. Закон Фика. Дифференциальное уравнение молекулярной диффузии.
134	Дифференциальное уравнение переноса массы в потоке. Турбулентная диффузия. Диффузионный граничный слой. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массоотдачи. Движущая сила процесса.
135	Критерии диффузионного подобия. Обобщенное уравнение массоотдачи. Основное уравнение массопередачи. Коэффициенты массопередачи и их выражения. Связь между коэффициентами массопередачи и коэффициентами массоотдачи.
136	Средняя движущая сила процессов массопередачи. Влияние гидродинамической структуры потоков на величину средней движущей силы массопередачи. Аналогия процессов тепло- и массопереноса в пищевой аппаратуре. Общие методы интенсификации процесса массопередачи. Роль и значение гидродинамики процесса.
137	Особенности массопередачи в системах с твердой фазой. Механизмы переноса в твердых телах, нестационарность массопереноса в твердых телах. Способы массопередачи в системах с твердой фазой.
138	Характеристика процесса абсорбции и области его применения. Выбор абсорбента. Физическая абсорбция и абсорбция, сопровождаемая химической реакцией. Равновесие между фазами. Влияние температуры и давления на равновесие.
139	Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Удельный расход абсорбента, его минимальное и оптимальное значение. Схемы проведения процесса абсорбции. Расчет абсорберов.
140	Простая перегонка. Материальный баланс. Определение температуры дистилляции и расход водяного пара.
141	Ректификация. Физические основы ректификационных процессов. Схемы установок для непрерывной и периодической ректификации.
142	Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей. Уравнение линий рабочих концентраций. Определение минимального и рабочего флегмового числа (зависимость между числом флегмы, расходом греющего пара, охлаждающей воды, производительностью и основными размерами аппарата).
143	Общая характеристика процессов кристаллизации из растворов и расплавов. Материальный и тепловой балансы кристаллизатора.
144	Кинетика процесса кристаллизации. Скорость роста кристаллов. Диффузионное сопротивление и сопротивление, обусловленное кристаллохимической реакцией на поверхности. Движущая сила процесса.
145	Общая характеристика процесса сушки. Общая схема конвективной сушки. Свойства влажного воздуха.
146	Материальный и тепловой балансы конвективной сушки. Действительная и теоретическая сушки. Удельные расходы воздуха и тепла. Кинетика процесса сушки. Формы связи влаги с материалом. Испарение влаги с поверхности и перемещение внутри материала. Периоды постоянной и падающей скорости сушки.
147	Движущая сила процесса. Критическая и равновесная влажность материала. Кривая сушки и кривая изменения температуры высушиваемого образца. Кривые кинетики сушки. Приведенная критическая влажность высушиваемого материала. Продолжительность первого и второго периода сушки.
148	Законы гидродинамики. Физические представления о сопротивлениях. Основные характеристики движения в слое зернистого материала.
149	Понятие о псевдооживленном состоянии зернистого слоя, условия его существования. Понятие критической скорости и скорости уноса.
150	Основное уравнение взвешенного слоя. Причины постоянства $\Delta P_{сл}$ при изменении $\omega_0$ в интервале скоростей воздуха от $\omega_{кр}$ до $\omega_{ун}$ .
151	Дифференциальное уравнение процесса фильтрования при постоянном перепаде давления и его решение.
152	Константы процесса фильтрования, их физический смысл и практическое значение.
153	Движущая сила фильтрования.
154	Теплопередача. Механизм процесса и основное уравнение теплопередачи.
155	Расчет коэффициента теплопередачи.
156	Тепловая нагрузка аппарата. Определение тепловой нагрузки аппарата.
157	Схемы движения теплоносителей. Определение среднего температурного напора
158	Связь коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи. Методы увеличения коэффициента теплопередачи
159	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах и каналах.
160	Формы связи влаги с материалом. Характер удаления влаги из материала.
161	Кривая сушки, её построение. Построение кривой скорости сушки, сущность метода графического дифференцирования.
162	Характеристика двух периодов сушки, критическая влажность материала.
163	Константа скорости сушки и её физический смысл. Определение продолжительности процесса сушки, вывод расчётных уравнений.
164	Измерение концентрации НК в водно-спиртовых смесях. Способы выражения состава фаз.

165	Расчет количества получаемого остатка путем графического интегрирования.
166	Расчет количества дистиллята и содержания в нем НК.
167	Сущность абсорбции. Законы массопередачи, которым подчиняется процесс абсорбции.
168	Движущая сила процессов массопередачи.
169	Сущность физической абсорбции и абсорбции, сопровождаемой химической реакцией

### 3.4 Задачи

#### 3.4.1 ПК-4 способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности

Номер вопроса	Текст вопроса
170	200 кг суспензии с концентрацией $c_n = 0,3$ % мас. подвергают отстаиванию. В результате отстаивания получено 120 кг осветленной жидкости с концентрацией $c_{oc} = 0,05$ % мас. Определить массу осадка $G_{ос}$ содержание в нем твердой фазы $c_t$ , % мас
171	На заводском складе имеется фильтр с площадью поверхности фильтрования $S = 82$ м <sup>2</sup> . По технологическим условиям необходимо получить 6 м <sup>3</sup> фильтрата за 3 часа. Достаточно ли поверхность имеющегося фильтра, если опытное фильтрование суспензии на лабораторном фильтре при том же давлении и той же толщине слоя осадка показало, что константы процесса фильтрования имеют следующие значения: $K = 19,8 \cdot 10^{-4}$ м <sup>2</sup> /ч, $C = 1,39 \cdot 10^{-3}$ м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> .
172	Для получения разбавленного раствора соль интенсивно размешивается с водой при 64 °С посредством лопастной мешалки. Какова частота вращения мешалки, если диаметр ее 0,5 м, а мощность, потребляемая электродвигателем, 0,8 кВт. Физические характеристики для разбавленного солевого раствора принять такими же, как для воды
173	В воздухоподогревателе воздух нагревается от температуры $t'_1 = 20$ °С до $t'_2 = 210$ °С, а горячие газы охлаждаются от температуры $t_1 = 410$ °С до температуры $t_2 = 250$ °С. Определить средний температурный напор между воздухом и газом для движения их по противоточной и прямоточной схемам.
174	Определить концентрацию аммиака в воде на выходе из противоточного насадочного абсорбера, служащего для поглощения аммиака из смеси его с воздухом водой при следующих условиях: начальная концентрация аммиака в воде $x_n = 0$ кмоль/кмоль, ее расход $L = 3,89 \cdot 10^{-2}$ кмоль/с, конечная
175	Найти среднюю движущую силу процесса и число единиц переноса насадочного абсорбера, работающего по противоточной схеме и служащего для поглощения аммиака из смеси его с воздухом водой при следующих условиях: начальная концентрация аммиака в воде $x_n = 0$ кмоль/кмоль, ее расход $L = 4,31 \cdot 10^{-2}$ кмоль/с, начальная концентрация аммиака в воздухе $y_n = 0,02$ кмоль/кмоль, конечная $y_k = 0,003$ кмоль/кмоль. Расход газовой смеси $G = 2,07 \cdot 10^{-2}$ кмоль/с.

#### 3.4.2 ПК-22 способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач

Номер вопроса	Текст вопроса
176	Определить скорость ламинарного осаждения одиночных твердых частиц диаметром $35 \cdot 10^{-6}$ мм плотностью $\rho_{тв} = 1600$ кг/м <sup>3</sup> в воде с температурой 20 °С (плотность воды $\rho = 998$ кг/м <sup>3</sup> , динамическая вязкость $\mu = 1 \cdot 10^{-3}$ Па·с).
177	Определить порозность осадка, если масса твердых частиц плотностью $\rho_{тв} = 2700$ кг/м <sup>3</sup> в осадке $G_{тв} = 5 \cdot 10^{-3}$ кг, а масса воды в осадке $G_{в} = 3 \cdot 10^{-3}$ кг, плотность воды $\rho_{в} = 1000$ кг/м <sup>3</sup>
178	В аппарате диаметром $D = 1,2$ м установлена нормализованная пропеллерная мешалка, вращающаяся с частотой $n = 3,5$ с <sup>-1</sup> и перемешивающая суспензию с плотностью $\rho = 1600$ кг/м <sup>3</sup> и динамической вязкостью $\mu = 2 \cdot 10^{-2}$ Па·с. Определить режим перемешивания.
179	Определить тепловую нагрузку теплообменника типа «труба в трубе», если горячая вода объемным расходом $V = 5,8 \cdot 10^5$ м <sup>3</sup> /с охлаждается от $t_n = 64$ °С до $t_k = 24$ °С.
180	В теплообменнике типа «труба в трубе» горячая вода в количестве $V = 3,6 \cdot 10^5$ м <sup>3</sup> /с охлаждается от $t_1 = 58$ °С до $t_2 = 26$ °С, а холодная вода нагревается от $t'_1 = 11$ °С до $t'_2 = 18$ °С. Определить объемный расход холодной воды
181	Горячий и холодный теплоносители разделены в теплообменнике плоской стенкой толщиной $\delta = 2 \cdot 10^{-3}$ м из стали с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 46,5$ Вт/(м·К). Коэффициент теплоотдачи от горячего теплоносителя к стенке $\alpha_1 = 9848$ Вт/(м <sup>2</sup> ·К), а от стенки к холодному теплоносителю - $\alpha_2 = 245$ Вт/(м <sup>2</sup> ·К). Определить коэффициент теплопередачи в теплообменнике.
182	В процессе сушки материала в течение 135 с его влажность уменьшилась от $\omega_n = 42$ % до $\omega_k = 12$ %. С какой скоростью осуществлялся процесс сушки?
183	Скорость сушки материала в первом периоде $N = 0,22$ %/с. Начальная влажность материала $\omega_n = 72$ %. Какова продолжительность высушивания материала до влажности $\omega_k = 41$ %?
184	Определить расход серной кислоты для осушки воздуха в скруббере при следующих условиях. Производительность скруббера 500 м <sup>3</sup> /ч (считая на сухой воздух при нормальных условиях). Начальное содержание влаги в воздухе 0,016 кг/кг сухого воздуха, конечное содержание - 0,006 кг/кг сухого воздуха. Начальное содержание воды в кислоте 0,6 кг/кг моногидрата, конечное - 1,4 кг/кг моногидрата. Осушка воздуха производится при атмосферном давлении.

### 3.5 Курсовая работа

#### 3.5.1 ПК-4 способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности

##### Примерная тематика курсового проекта

**Тема № 1.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат типа «труба в трубе» производительностью -  $G$  для тепловой обработки продукта. Начальная температура продукта -  $t_1$ , конечная -  $t_2$ . вторым теплоносителем является вода, имеющая начальную температуру -  $t'_1$  и конечную -  $t'_2$ .

Наименование параметра	Номер задания									
	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259
$G$ , т/ч	4,2	4,9	5,4	5,9	6,7	8,5	9,0	9,4	10,0	10,7
$t_1$ , °C	62,0	64,0	69,0	73,0	76,0	55,0	57,0	58,0	59,0	60,0
$t_2$ , °C	22,0	20,0	19,0	18,0	17,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0
$t'_1$ , °C	16,0	14,0	12,0	10,0	8,0	9,0	11,0	13,0	15,0	16,0
$t'_2$ , °C	38,0	40,0	47,0	50,0	45,0	34,0	36,0	38,0	41,0	40,0
Продукт	Раствор NaCl					Осахаренная масса (затоп)				

**Тема № 2.** Рассчитать и спроектировать кожухотрубчатый теплообменный аппарат для конденсации -  $G$  пара вещества давлением -  $p$ . Начальная температура охлаждающей воды -  $t_1$ , конечная -  $t_2$ .

Наименование параметра	Номер задания									
	260	261	262	263	264	265	266	267		
$G \cdot 10^{-3}$ , кг/ч	3,6	2,8	4,0	2,4	3,0	1,3	2,2	2,5		
$t_1$ , °C	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	15,0	14,0	16,0		
$t_2$ , °C	65,0	68,0	72,0	75,0	78,0	58,0	52,0	55,0		
$p$ , МПа	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,10	0,10	0,10		
Особенности задания	Пар насыщенный	Пар насыщенный, конденсат охлаждается на 10 °C	Пар перегрет на 15 °C, конденсат отводится при температуре конденсации	Пар насыщенный	Пар насыщенный, конденсат охлаждается на 15 °C	Пар насыщенный	Пар насыщенный	Пар насыщенный, конденсат охлаждается на 15 °C		
Вещество	Вода						Спирт этиловый			

#### 3.5.2 ПК-22 способностью использовать законы и методы математики, есте- ственных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач

**Тема №3.** Рассчитать и спроектировать сушильную установку непрерывного действия для высушивания влажного материала.

Производительность сушилки  $G_H$  влажного материала. Начальная влажность высушиваемого материала –  $W_H$ , конечная –  $W_K$ .

Температура и влажность воздуха задается преподавателем для одного из районов СНГ. Температура воздуха на входе в сушилку –  $t_1$ , температура воздуха на выходе из сушилки –  $t_2$ , относительная влажность на выходе из сушилки –  $\varphi_2$ . Температура материала на входе в сушилку  $\Theta$ . Потери теплоты  $q_n$ .

Наименование параметра	Номер задания										
	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	
$G_H$ , т/ч	12,0	10,0	8,0	5,0	7,5	6,0	3,2	3,0	2,8	2,5	
$W_H$ , %	1,8	1,6	1,5	2,0	1,7	1,9	87,0	85,0	83,0	87,0	
$W_K$ , %	0,15	0,14	0,12	0,15	0,14	0,15	10,0	9,5	10,5	11,0	
$t_1$ , °C	105	110	108	110	105	109	600	650	700	750	
$t_2$ , °C	70	75	73	75	70	74	110	120	130	140	
$\varphi_2$ , %	20	18	18	20	17	19	32	30	35	40	
$\Theta$ , °C	50	54	52	60	52	55	75	80	85	75	

$q_n, \%$	15	10	12	20	14	18	10	8	5	10
Тип сушилки	Барabanная									
Высушиваемый материал	Сахар					Жом				
Наименование параметра	Номер задания									
	448	449	450	451	452	453				
$G_H, \text{т/ч}$	0,75	0,50	9,0	10,0	12,0	15,0				
$W_H, \%$	78,0	1,9	1,5	1,6	1,8	0,7				
$W_K, \%$	6,0	0,12	0,14	0,13	0,15	0,14				
$t_1, ^\circ\text{C}$	125	100	105	108	110	105				
$t_2, ^\circ\text{C}$	55	65	65	68	70	65				
$\varphi_2, \%$	–	–	–	–	–	–				
$\Theta, ^\circ\text{C}$	15,0	30,0	30,0	25,0	28,0	30,0				
$q_n, \%$	10,0	10,0	12,0	15,0	18,0	12,0				
Тип сушилки	Распылительная			С кипящим слоем						
Высушиваемый материал	Картофель			Сахар						

**Тема № 4.** Рассчитать и спроектировать ректификационную установку непрерывного действия для разделения под атмосферным давлением бинарной смеси этанол-вода в схеме производства этанола серноокислотной гидратацией этилена.

Производительность установки по исходной смеси -  $G_F$ . Массовая доля легколетучего компонента в исходной смеси -  $a_F$ , в дистилляте -  $a_D$ , в кубовом остатке -  $a_W$ .

Температура исходной смеси -  $t_{см}$ . Смесь этанол-вода подается в ректификационную колонну при температуре кипения. Давление греющего пара -  $p$ . Температура кубового остатка после выхода его из холодильника -  $t_{хол.В}$ , температура дистиллята после холодильника -  $t_{хол.Д}$ .

Наименование параметра	Номер задания									
	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463
$G_F \cdot 10^{-3}, \text{т/ч}$	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5
$a_F, \%$ мас.	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0
$a_D, \%$ мас.	84,0	85,0	86,0	87,0	88,0	89,0	90,0	89,0	88,0	87,0
$a_W, \%$ мас.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3
$t_{см}, ^\circ\text{C}$	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0
$p, \text{кПа}$	200	250	300	300	250	200	250	300	200	300
$t_{хол.В}, ^\circ\text{C}$	49,0	48,0	47,0	46,0	45,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0
$t_{хол.Д}, ^\circ\text{C}$	39,0	38,0	37,0	36,0	35,0	34,0	33,0	34,0	35,0	37,0
Тип колонны	Тарелка ситчатая		Тарелка колпачковая				Насадка			

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукты или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<b>ПК-4 способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности</b>					
<b>Знать</b> методы расчетов элементов технологического оборудования, процессов и аппаратов	Собеседование (экзамен)	Знание методов расчета элементов технологического оборудования, процессов и аппаратов	обучающийся грамотно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Тест	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 50% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знание методов расчетов элементов технологического оборудования, процессов и аппаратов	обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания и/или задачи, ответил на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания и/или задачи, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь</b> рассчитывать процессы и аппараты химических производств	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение рассчитывать процессы и аппараты химических производств	обучающийся активно участвовал в выполнении работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более 5 ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклад в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Владеть</b> способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	не зачтено	Не освоена (недостаточный)
				обучающийся грамотно и без ошибок решил задачу	Зачтено

	Задача	Содержание решения	обучающийся правильно решил задачу, но в вычислениях допустил ошибки	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения задачи	Зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения задачи	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>ПК-22 способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач</b>					
<b>Знать</b> законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств	Собеседование (экзамен)	Знание законов и методов расчета процессов и аппаратов химических производств	обучающийся грамотно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Тест	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 50% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
Собеседование (зачет)	Знание законов и методов расчета процессов и аппаратов химических производств	обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания и/или задачи, ответил на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)	
		обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания и/или задачи, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)	
<b>Уметь</b> использовать законы и методы расчетов процессов и аппаратов химических производств	Собеседование (защита лабораторных работ)	Умение использовать законы и методы расчетов процессов и аппаратов химических производств	обучающийся активно участвовал в выполнении работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более 5 ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклад в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Владеть</b> способностью использовать законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств на практике	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Задача	Содержание решения	обучающийся грамотно и без ошибок решил задачу	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил задачу, но в вычислениях допустил ошибки	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения задачи	Зачтено	Освоена (базовый)

			обучающийся не предложил вариантов решения задачи	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
--	--	--	---	------------	----------------------------