

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУИТ»)

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. проректора по учебной работе

проф. Василенко В.Н.

\_\_\_\_\_

«\_30\_» \_мая\_\_\_\_\_2024\_г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ**

Направление подготовки

**16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения**

Направленность (профиль)

Инженерия промышленных комплексов, холодильные и криогенные системы  
Квалификация выпускника

**бакалавр**

---

Воронеж

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

– 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности

В рамках освоения ОП ВО выпускники готовятся к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

проектно-конструкторский;

научно-исследовательский;

производственно-технологический.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, на основе примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», (уровень образования - бакалавриат).

## 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	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-1	Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<i>ИД1<sub>опк-1</sub> - Демонстрирует знания фундаментальных законов природы и понимание основных законов естественнонаучных дисциплин.</i> <i>ИД2<sub>опк-1</sub> – Определяет области применения законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</i>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
<i>ИД1<sub>опк-1</sub> - Демонстрирует знания фундаментальных законов природы и понимание основных законов естественнонаучных дисциплин.</i>	<i>Знает: классификацию жидкостей и газов, их основные физико-механические свойства; основные законы гидромеханики для проектирования деталей и узлов машин, механизмов, приборов</i>
	<i>Умеет: формулировать и решать задачи по гидростатике и гидродинамике; измерять параметры с целью дальнейшего использования для оценки функциональных возможностей и проектирования распространенных деталей и узлов приборов, узлов машин, механизмов</i>
	<i>Владеет: навыками анализа и обобщения результаты измерений; вести расчет воздействия жидкости на любые поверхности; применять основные законы гидродинамики для оценки функциональных возможностей и проектирования распространенных деталей и узлов приборов, узлов машин, механизмов</i>
<i>ИД2<sub>опк-1</sub> – Определяет области применения законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</i>	<i>Знает: физические принципы процессов, машин и аппаратов холодильной техники для разработки планов на отдельные виды работ</i>
	<i>Умеет: разрабатывать планы для охлаждения, замораживания и сублимационной сушки, отепления и размораживания пищевых продуктов</i>
	<i>Владеет: навыками термодинамических основ рабочих процессов при умеренном охлаждении для разработки планов на отдельные виды работ и контроля их выполнение</i>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Процессы и аппараты» относится к блоку один ОП и ее базовой части.

Изучение дисциплины «Процессы и аппараты» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин: «Математика», Физика», «Информатика», «Теоретическая механика», «Введение в направление подготовки».

Дисциплина «Процессы и аппараты» является предшествующей для освоения следующих дисциплин: «Объемные компрессорные и расширительные машины низкотемпературной техники», «Холодильная техника в отраслях АПК», «Монтаж холодильной техники», «Регулирование и автоматизация низкотемпературных установок», «Основы безопасной эксплуатации холодильных установок», «Расчет и конструирование холодильных машин и агрегатов».

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.**

Виды учебной работы	Всего академических часов, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч	
		Семестр 3 акад.	Семестр 4 акад.
Общая трудоемкость дисциплины	216	72	144
<b>Контактная работа</b> , в т.ч. аудиторные занятия:	<b>89,95</b>	<b>30,85</b>	<b>59,1</b>
Лекции	33	15	18
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Лабораторные работы (ЛБ)	33	15	18
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	18		18
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Консультации по курсовому проекту	2		2
Консультации текущие	1,65	0,75	0,9
Консультации перед экзаменом	2		2
<b>Вид аттестации (экзамен, зачет)</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>92,25</b>	<b>41,15</b>	<b>51,1</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	8,1	4,5	3,6
Выполнение расчетов для практических работ	10	8	2
Оформление отчетов по практическим работам	6,4	4,8	1,6
Выполнение расчетов для лабораторных работ	1		1
Оформление отчетов по лабораторным работам	2,2		2,2
Подготовка к коллоквиуму (собеседование)	2	2	
Проработка материала по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	42,55	21,85	20,7
Курсовой проект			
- выполнение расчетов для курсового проекта	20		20
- оформление текста курсового проекта			
- выполнение и оформление чертежа			
Подготовка к экзамену	33,8		33,8

## 5 Содержание дисциплины, структурированного 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, ак. ч
<b>5 семестр</b>			
1.	Теоретические основы получения низких температур	Физические принципы процессов, машин и аппаратов холодильной техники, термодинамические основы рабочих процессов при умеренном охлаждении	20
2.	Общая характеристика пищевых продуктов, как объектов холодильной обработки и хранения	Пищевые продукты как объект холодильной обработки Микрофлора пищевых продуктов и ее жизнедеятельность	20
3.	Теплофизические процессы в пищевых продуктах при холодильной обработке	Характеристика теплофизических процессов при холодильной обработке пищевых продуктов, состояние влаги при холодоиспользовании и продолжительность замораживания	20
4.	Рабочие вещества холодильных систем и охлаждение пищевых продуктов	Охлаждающие среды и охлаждение пищевых продуктов	11,15
	<i>Консультации текущие</i>	0,75	
	<i>Зачет</i>	0,1	
<b>6 семестр</b>			
5.	Замораживание пищевых продуктов	Замораживание пищевых продуктов	23
6.	Теоретические основы сублимации и десублимации	Процессы сублимации и десублимации в холодильной технологии с целью обеспечения их эффективной работы, высокой производительности, а также прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин	23
7.	Тепломассообмен при холодильном хранении	Основы теории тепломассообмена при холодильном хранении пищевых продуктов.	25,9
8.	Отепление и размораживание пищевых продуктов	Отепление и размораживание пищевых продуктов	23
9.	Техника для охлаждения, замораживания и сублимационной сушки	Сублимационная сушка и вакуум - сублимационные установки, камеры охлаждения и замораживания	23
10	Морозильные аппараты промышленного и бытового назначения	Морозильные аппараты, фризеры, эскимо- и льдогенераторы, бытовые холодильники и морозильники	23
	<i>Консультации текущие</i>	0,9	
	<i>Консультации перед экзаменом</i>	2	
	<i>Экзамен</i>	0,2	

### 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	ПЗ	ЛР.	СРО, ак. ч
<b>5 семестр</b>					
1	Теоретические основы получения низких температур	4	3	-	10

2	Общая характеристика пищевых продуктов, как объектов холодильной обработки и хранения	4	4	-	10
3	Теплофизические процессы в пищевых продуктах при холодильной обработке	3	4	-	10
4	Рабочие вещества холодильных систем и охлаждение пищевых продуктов	4	4	-	11,15
	<i>Консультации текущие</i>			0,75	
	<i>Зачет</i>			0,1	
<b>6 семестр</b>					
5	Замораживание пищевых продуктов	4	2	2	6
6	Теоретические основы сублимации и десублимации	2	4	4	7,1
7	Тепломассообмен при холодильном хранении	2	4	4	10
8	Отепление и размораживание пищевых продуктов	2	4	4	8
9	Техника для охлаждения, замораживания и сублимационной сушки	4	2	2	10
10	Морозильные аппараты промышленного и бытового назначения	4	2	2	10
	<i>Консультации текущие</i>			0,9	
	<i>Консультации перед экзаменом</i>			2	
	<i>Экзамен</i>			0,2	

### 5.3.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
<b>5 семестр</b>			
1	Теоретические основы получения низких температур	Цель и задачи дисциплины «Теоретические основы холодильной техники и низкотемпературные машины», способы и физические основы получения низких температур, температурные уровни различных областей искусственного охлаждения, фазовые превращения вещества и изменение агрегатного состояния воды. Теоретическая база холодильной техники -термодинамика, обратный цикл Карно и схема паровой одноступенчатой холодильной машины, принципиальная схема воздушной холодильной машины, простейшая схема адсорбционной холодильной машины для проектирования деталей и узлов машин, механизмов, приборов.	4
2	Общая характеристика пищевых продуктов, как объектов холодильной обработки и хранения	Химический состав пищевых продуктов: белки (простые - протеины и сложные протеиды), ферменты (энзимы), углеводы (моносахариды, полисахариды первого и второго порядка), липиды, витамины, органические кислоты, минеральные вещества (макро- и микроэлементы), вода. Структура пищевых продуктов. Особенности строения клеток растительного и животного происхождения. Морфология микроорганизмов. Виды микроорганизмов: бактерии, дрожжи, плесени, протесты (протозоа), актиномицеты (лучистые грибы). Развитие микроорганизмов. Классификация микроорганизмов по способу питания: прототрофные (аутотрофные), метатрофные, паротрофные. Влияние внешних условий (физических: температуры, влажности среды, осмотического давления, различных форм лучистой энергии; химических: химического состава и реакции среды, окислительно-восстановительных условий среды; биологических: взаимодействие микроорганизмов с другими организмами) на жизнедеятельность микроорганизмов.	4
3	Теплофизические	Описание поля температур в холодильной технологии,	3

	процессы в пищевых продуктах при холодильной обработке	температурные изобары и изохоры. Определение среднеобъемной температуры тела, продолжительность нестационарного процесса теплообмена в холодильной технологии. Миграция влаги при замораживании и аномалии воды. Процессы кристаллизация воды и переохлаждение, количество вымороженной воды как функция температуры. Характеристика и зависимости продолжительности процесса замораживания. Составление планов на отдельные виды работ.	
4	Рабочие вещества холодильных систем и охлаждение пищевых продуктов	Характеристика охлаждающих сред: газообразные, жидкие и твердые. Особенности охлаждения пищевых продуктов в них. Сущность процесса охлаждения. Промышленные способы охлаждения пищевых продуктов: в газообразной, и жидкой средах, тающем льде, снегом, вакуумированием, контактным теплообменом. Влияние охлаждения на изменения в продуктах животного и растительного происхождения.	4
<b>6 семестр</b>			
5	Замораживание пищевых продуктов	Сущность процесса замораживания. Влияние замораживания на изменение продуктов животного и растительного происхождения. Технология замораживания пищевых продуктов: мяса и мясопродуктов, битой птицы, яичных продуктов, рыбы, ягод, плодов и овощей, кулинарных изделий и полуфабрикатов. Режимы и способы хранения плодоовощного сырья. Подмораживание пищевых продуктов.	4
6	Теоретические основы сублимации и десублимации	Сущность процессов сублимации влаги из пищевых продуктов и ее десублимации на охлаждающих приборах. Способы предварительного замораживания термолabileльных продуктов для осуществления сублимационной сушки. Тройная (криогидратная) точка и теплота сублимации льда, периоды сублимации и вакуумная досушка. Способы подвода и отвода энергии в вакуум-сублимационных установках.	2
7	Тепломассообмен при холодильном хранении	Прием продуктов на холодильное хранение. Условия и сроки хранения. Изменения в продуктах в процессе хранения. Технология хранения пищевых продуктов.	2
8	Отепление и размораживание пищевых продуктов	Отепление охлажденных пищевых продуктов. Размораживание пищевых продуктов.	2
9	Техника для охлаждения, замораживания и сублимационной сушки	Хранилища для плодов и овощей. Их классификация. Устройство хранилищ и холодильников. Технологическое оборудование хранилищ и холодильников, оценка функциональных возможностей. Камерное морозильное оборудование. Схема сублимационной сушки под вакуумом, типовые вакуум-сублимационные установка, определение количества влаги, удаляемой из продукта за время сублимации	4
10	Морозильные аппараты промышленного и бытового назначения	Скорморозильные аппараты для замораживания сыпучих и штучных продуктов. Флюидизационные морозильные аппараты, аппараты контактного замораживания, воздухоохладители. Устройство и принцип действия фризеров, эскимогенераторы карусельного типа, вертикальные и горизонтальные льдогенераторы. Холодильные агрегаты компрессионного бытового холодильника, схема холодильной машины домашнего компрессионного холодильника, принцип действия бытового абсорбционного холодильника, бытовые термоэлектрические холодильники для проектирования машин и аппаратов с целью обеспечения их эффективной работы, высокой производительности, а также прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и из-	4

**5.3.2 Лабораторный практикум**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость, ак. ч
<b>5 семестр</b>			
1	Теоретические основы получения низких температур	Расчет рабочих параметров холодильной установки	6
2	Общая характеристика пищевых продуктов, как объектов холодильной обработки и хранения	Расчет хранилища плодов и овощей	4
3	Теплофизические процессы в пищевых продуктах при холодильной обработке	Расчет количества вымороженной влаги в пищевых продуктах. Графический анализ величины незамерзающей воды. Составление планов для теплофизических процессов в пищевых продуктах при холодильной обработке	4
4	Рабочие вещества холодильных систем и охлаждение пищевых продуктов	Расчет процессов охлаждения пищевых продуктов. Расчет воздухоохладителя	4
<b>6 семестр</b>			
5	Замораживание пищевых продуктов	Изучение устройства и принципа действия холодильной камеры для проектирования с целью обеспечения их эффективной работы, высокой производительности, а также прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин	2
6	Теоретические основы сублимации и десублимации	Изучение устройства и принципа действия сублимационной сушильной установки, оценка функциональных возможностей для проектирования	4
7	Тепломассообмен при холодильном хранении	Анализ процессов тепло – и массообмена при хранении пищевых продуктов.	4
8	Отепление и размораживание пищевых продуктов	Изучение теплофизических процессов при размораживании пищевых продуктов.	2
9	Техника для охлаждения, замораживания и сублимационной сушки	Изучение устройства и принципа действия льдогенератора гранулированного льда, составление плана для охлаждения, замораживания и сублимационной сушки	2
10	Морозильные аппараты промышленного и бытового назначения	Изучение устройства и принципа действия бытового холодильника. Изучение устройства и принципа работы вымораживающей установки, оценка функциональных возможностей для проектирования	4

**5.3.3 Практические занятия**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ак. ч
<b>6 семестр</b>			
5	Замораживание пищевых продуктов	Расчет процессов замораживания пищевых продуктов.	2
6	Теоретические основы сублимации и десублимации	Расчет процессов сублимационной сушки	4
7	Тепломассообмен при холодильном хранении	Расчет процессов при холодильном хранении пищевых продуктов.	4
8	Отепление и размораживание пищевых продуктов	Расчет процессов размораживания пищевых продуктов.	4
9	Техника для охлаждения, замораживания и сублимационной сушки	Расчет камерного холодильного оборудования. Расчет сублимационной сушилки.	2

10	Морозильные аппараты промышленного и бытового назначения	Расчет оборудования для производства мороженого. Расчет флюидизационного морозильного аппарата.	2
----	--	---	---

#### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
<b>5 семестр</b>			
1	Теоретические основы получения низких температур	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материала по учебнику Выполнение расчетов для лабораторных работ Оформление отчетов по лабораторным работам	2 2 2 4
2	Общая характеристика пищевых продуктов, как объектов холодильной обработки и хранения	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материала по учебнику Выполнение расчетов для лабораторных работ Оформление отчетов по лабораторным работам Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	2 2 2 2 2
3	Теплофизические процессы в пищевых продуктах при холодильной обработке	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материала по учебнику Выполнение расчетов для лабораторных работ Оформление отчетов по лабораторным работам	2 2 2 4
4	Рабочие вещества холодильных систем и охлаждение пищевых продуктов	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материала по учебнику Выполнение расчетов для лабораторных работ Оформление отчетов по лабораторным работам Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	2,15 3 3 2 1
<b>6 семестр</b>			
5	Замораживание пищевых продуктов	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материала по учебнику Выполнение расчетов для практических работ Оформление отчетов по практическим работам Выполнение расчетов для лабораторных работ Оформление отчетов по лабораторным работам	1 1 1 1 1 1
6	Теоретические основы сублимации и десублимации	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материала по учебнику Выполнение расчетов для практических работ Оформление отчетов по практическим работам Выполнение расчетов для лабораторных работ Оформление отчетов по лабораторным работам Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	1 1 1 1 1 1,1 1
7	Тепломассообмен при холодильном хранении	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материала по учебнику Выполнение расчетов для практических работ Оформление отчетов по практическим работам Выполнение расчетов для лабораторных работ Оформление отчетов по лабораторным работам Выполнение расчетов для курсовой работы Оформление текста курсовой работы Выполнение чертежа	2 1 1 1 1 1 1 1 1
8	Отепление и размораживание пищевых продуктов	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материала по учебнику	1 2

		Выполнение расчетов для практических работ	2
		Оформление отчетов по практическим работам	1
		Выполнение расчетов для лабораторных работ	1
		Оформление отчетов по лабораторным работам	1
9	Техника для охлаждения, замораживания и сублимационной сушки	Проработка материалов по конспекту лекций	2
		Проработка материала по учебнику	2
		Выполнение расчетов для практических работ	1
		Оформление отчетов по практическим работам	1
		Выполнение расчетов для лабораторных работ	1
		Оформление отчетов по лабораторным работам	1
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	1
10	Морозильные аппараты промышленного и бытового назначения	Проработка материалов по конспекту лекций	2
		Проработка материала по учебнику	2
		Выполнение расчетов для практических работ	1
		Оформление отчетов по практическим работам	1
		Выполнение расчетов для лабораторных работ	1
		Оформление отчетов по лабораторным работам	1
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	1

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] : учебник для студентов вузов (гриф УМО) / А. Н. Остриков [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2020. - 640 с.: ил.

2. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов / А. Н. Остриков, В. Н. Василенко, Л. Н. Фролова, А. В. Терехина. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 440 с. — ISBN 978-5-507-47349-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/362330>

### 6.2 Дополнительная литература

1. Расчет и проектирование массообменных аппаратов : учебное пособие / А. Н. Остриков, В. Н. Василенко, О. В. Абрамов, А. В. Логинов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1672-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211802>

2. Остриков, А. Н. Расчет и проектирование сушильных аппаратов : учебное пособие / А. Н. Остриков, М. И. Слюсарев, Е. Ю. Желтоухова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1953-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212867>

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

Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) [Текст] : практикум : учебное пособие / А. Н. Остриков [и др.]; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2018. - 231 с. Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488017>

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.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2062>

**6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	<a href="https://www.elibrary.ru/defaultx.asp">https://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Образовательная платформа «Юрайт»	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
ЭБС «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
АИБС «МегаПро»	<a href="https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web">https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="http://minobrnauki.gov.ru">http://minobrnauki.gov.ru</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="http://education.vsu.ru">http://education.vsu.ru</a>

**6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ».

**При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение**

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>
Альт Образование	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License
Microsoft Windows 8.1	Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>  Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Libre Office 6.1	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)
КОМПАС 3D LT v 12	(бесплатное ПО) <a href="http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html">http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html</a>

T-FLEX CAD 3D Университетская	Договор № 74-В-ТЧН-3-2018 с ЗАО «ТОП СИСТЕМЫ» от 07.05.2018 г. Лицензионное соглашение № А00007197 от 22.05.2018 г.
Компас 3D V21	Лицензионное соглашение с ЗАО «Аскон» № КАД-16-1380 Сублицензионный договор с ООО «АСКОН-Воронеж» от 09.02.2022 г.
APM WinMachine	Лицензионное соглашение с ООО НТЦ «АПМ» № 105416 от 22.11.2016 г.

Справочно-правовые системы

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Справочные правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.

### 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <https://vsuet.ru>.

Для проведения учебных занятий (лабораторных, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) используются учебные аудитории:

Учебная аудитория № 111 для проведения учебных занятий	Комплект мебели для учебного процесса. 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. Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.
Учебная аудитория № 115 для проведения учебных занятий	Комплект мебели для учебного процесса. Лабораторные установки: Изучение режимов движения жидкости, Относительный покой жидкости во вращающемся вокруг цилиндрической оси цилиндрическом сосуде, Испытание вакуум-насоса, Испытание центробежного вентилятора, Испытание центробежно-вихревого насоса, Нормальные испытание центробежного насоса, Стенд Бернулли, учебно-наглядные пособия по тематическим разделам. Учебно-лабораторные комплексы: Исследование гидродинамики жидкости; Исследование параметров работы насосов. Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.
Учебная аудитория № 117 для проведения учебных занятий	Комплект мебели для учебного процесса. 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». Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, ауд. № 113	Учебно-наглядные пособия по курсовому проектированию. Компьютеры: Celeron 2.8 ГГц, Intel Celeron-120, Pent-5-200. Мониторы: Samttron 56e, LCD TFT Samsung, ASUS VW193D BK. Клавиатура (3 шт.). Мышь (3 шт.)

Дополнительно самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:

Читальные залы ресурсного центра ВГУИТ	Компьютеры (30 шт.) со свободным доступом в сеть Интернет и Электронным библиотечным и информационно-справочным системам
--	--

## **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

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

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля)**.

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

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
к рабочей программе

**1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной формы обучения**

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего ак.ч.	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч	
		4	5
Общая трудоемкость дисциплины	216	72	144
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия</b>	<b>34,9</b>	<b>12,4</b>	<b>20,5</b>
Лекции	12	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	6	-	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	12	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Консультации текущие	0,6	0,3	0,3
Консультация перед экзаменом	2	-	2
Консультации по курсовому проекту	2	-	2
Виды аттестации (зачет. экзамен)	0,3	0,1	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>147,3</b>	<b>59,6</b>	<b>87,7</b>
Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	71,3	37,6	33,7
Подготовка отчета по лабораторной работе	36	12	24
Выполнение домашней контрольной работы	20	10	10
Выполнение расчетов и оформление курсового проекта	20	-	20
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>33,8</b>	<b>-</b>	<b>33,8</b>

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-1	Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<i>ИД1<sub>опк-1</sub> - Демонстрирует знания фундаментальных законов природы и понимание основных законов естественнонаучных дисциплин.</i>
			<i>ИД2<sub>опк-1</sub> – Определяет области применения законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</i>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
<i>ИД1<sub>опк-1</sub> - Демонстрирует знания фундаментальных законов природы и понимание основных законов естественнонаучных дисциплин.</i>	Знает: классификацию жидкостей и газов, их основные физико-механические свойства; основные законы гидромеханики для проектирования деталей и узлов машин, механизмов, приборов
	Умеет: формулировать и решать задачи по гидростатике и гидродинамике; измерять параметры с целью дальнейшего использования для оценки функциональных возможностей и проектирования распространенных деталей и узлов приборов, узлов машин, механизмов
	Владеет: навыками анализа и обобщения результаты измерений; вести расчет воздействия жидкости на любые поверхности; применять основные законы гидродинамики для оценки функциональных возможностей и проектирования распространенных деталей и узлов приборов, узлов машин, механизмов
<i>ИД2<sub>опк-1</sub> – Определяет области применения законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</i>	Знает: физические принципы процессов, машин и аппаратов холодильной техники для разработки планов на отдельные виды работ
	Умеет: разрабатывать планы для охлаждения, замораживания и сублимационной сушки, отепления и размораживания пищевых продуктов
	Владеет: навыками термодинамических основ рабочих процессов при умеренном охлаждении для разработки планов на отдельные виды работ и контроля их выполнение

## 2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные материалы		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Введение	ОПК-1	<i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>	1	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	34-37	Контроль преподавателем
2	Гидравлические процессы транспортирования технологических сред	ОПК-1	<i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>	2-5,20	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)</i>	38-43	Контроль преподавателем
			<i>Кейс-задание</i>	26	Контроль преподавателем
3	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	ОПК-1	<i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>	6-12,21	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)</i>	44-53	Контроль преподавателем
			<i>Кейс-задание</i>	27-29	Контроль преподавателем
4	Тепловые процессы и аппараты	ОПК-1	<i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>	13-14,22	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)</i>	54-60	Контроль преподавателем
			<i>Кейс-задание</i>	30-31	Контроль преподавателем
5	Массообменные процессы и аппараты	ОПК-1	<i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>	15-19,23-25	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)</i>	61-74	Контроль преподавателем
			<i>Кейс-задание</i>	33-32	Контроль преподавателем

### 3 Оценочные материалы 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**

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

Каждый вариант теста включает 20 контрольных заданий, из них:

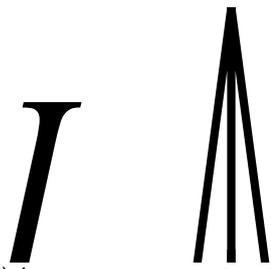
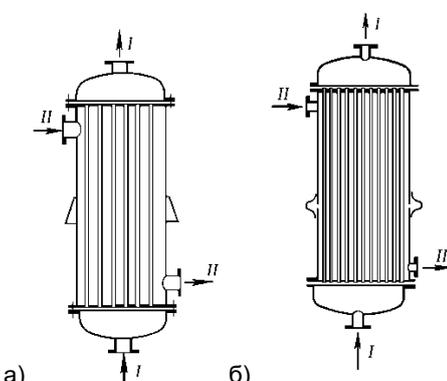
- 9 контрольных заданий на проверку знаний;
- 9 контрольных заданий на проверку умений;
- 2 контрольных заданий на проверку навыков.

#### 3.1 Тесты (банк тестовых заданий)

##### 3.1.1 ОПК-1 Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

№ задания	Тестовое задание
<b>А (на выбор одного правильного ответа)</b>	
1	Сущность гипотезы сплошности заключается в том, что жидкость рассматривается как 1) среда, имеющая разрывы и пустоты 2) сложная среда с растворенными газами, веществами, имеющая разрывы и пустоты 3) неподвижное твердое или жидкое тело, при определенной температуре и давлении 4) <b>континуум, непрерывная сплошная среда</b>
2	В открытом сосуде находится жидкость с плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Манометр, присоединенный в некоторой точке сосуда, показывает давление $p = 5 \cdot 10^4 \text{ Па}$ . На какой высоте над данной точкой находится уровень жидкости в резервуаре? 1) 1,5 м 2) 0,5 м 3) 15 м 4) <b>5 м</b>
3	Найти критическую скорость в прямой круглой трубе $d = 0,020 \text{ м}$ для воздуха, если его динамический коэффициент вязкости и плотность соответственно равны $\mu = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$ , $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ . 1) 8,3 м/с 2) <b>1,9 м/с</b> 3) 3,3 м/с 4) 2,3 м/с
4	Какой закон механики выражает уравнение Бернулли? 1) Закон сохранения количества движения 2) Второй закон Ньютона 3) <b>Закон сохранения энергии</b> 4) Закон сохранения материи
5	Насос подает масло с расходом 2 л/с на высоту 60 м. Потери напора составляют 42 м. Оба резервуара открыты, КПД насоса равен 0,6. Плотность масла $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ . Чему равна мощность на валу насоса? 1) 30 кВт 2) <b>3 кВт</b> 3) 1,77 кВт 4) 1,24 кВт
6	Скорость осаждения при ламинарном режиме рассчитывается по формуле: а) $\xi \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{\rho_w^2}{2}$ ; б) $\frac{gd^3(\rho_m - \rho)\rho}{\mu^2}$ ; в) $\frac{gd^2(\rho_m - \rho)}{18\mu}$ ; г) $\sqrt{\frac{4(\rho_m - \rho)gd}{3\xi\rho}}$ .
7	Основной расчетной геометрической характеристикой отстойника является а) высота отстойника; б) длина отстойника; в) <b>площадь поверхности отстойника в плане;</b>

	г) верный ответ не указан.
8	<p>Уравнение для гидравлического сопротивления неподвижного зернистого слоя,  где <math>l</math> – высота зернистого слоя;  <math>d_s</math> – эквивалентный диаметр каналов;  <math>w</math> – скорость;  <math>\lambda</math> – коэффициент сопротивления;  <math>\rho</math> – плотность.</p> <p>а) <math>\frac{133}{Re} + 2,3</math>;</p> <p>б) <math>\lambda \frac{l \rho w^2}{d_s^5}</math>;</p> <p>в) <math>\lambda \frac{\rho w^2}{2}</math>;</p> <p>г) <math>\lambda \frac{l \rho w}{d_s^5}</math>.</p>
9	<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> – продолжительности фильтрования.</p> <p>а) <math>\Delta P = \mu (R_{oc} + R_{\phi}) \frac{dV}{d\tau}</math>;      б) <math>\frac{dV}{S d\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}{S d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu (R_{oc} + R_{\phi})}</math>.</p>
10	<p>Критерий Рейнольдса для процессов перемешивания равен:</p> <p>а) <math>K_N \rho n^3 d^5</math>;      б) <math>\frac{\rho n d^2}{\mu}</math>;      в) <math>\frac{\Delta p}{\rho (n d)^2}</math>;      г) <math>\frac{n d}{g}</math>.</p>
11	<p>Мощность, потребляемую мешалкой при установившемся режиме, рассчитывают по формуле:</p> <p>1) <math>\frac{\rho n d^2}{\mu}</math>;      2) <math>K_N \cdot \rho n^3 d^5</math>;      3) <math>\frac{K_N \cdot \rho n^3 d^5}{\eta}</math>.</p>
12	<p>Основным технологическим показателем фильтровальных перегородок являются</p> <p>а) площадь;  б) толщина;  в) <b>задерживающая способность</b>;  г) внешний вид</p>
13	<p>Накипь на стенках теплообменного аппарата необходимо удалять, так как</p> <p>а) <b>отложение осадка на трубах уменьшает коэффициент теплопередачи</b>;  б) накипь уменьшает сечение труб и увеличивает гидродинамическое сопротивление движению раствора;  в) отложение осадка снижает коэффициент теплоотдачи;  г) отложение осадка не влияет на теплопередачу.</p>
14	<p>Наличие в паре небольших примесей воздуха и неконденсирующихся газов</p> <p>а) повышает коэффициент теплоотдачи;  б) не влияет на коэффициент теплоотдачи;  в) <b>резко снижает коэффициент теплоотдачи</b>;  г) увеличивает <math>\Delta t = t_{нас} - t_{см}</math>.</p>
15	<p>Укажите правильную запись числа единиц переноса массы при абсорбции</p> <p>а) <math>K_y F \Delta Y_{cp}</math>;</p> <p>б) <math>2,3 l g \frac{\Delta y_{\phi}}{\Delta y_M}</math>;</p> <p>в) <math>\frac{y_H - y_K}{\Delta y_{cp}}</math>;</p> <p>г) <math>G(y_H - y_K)</math>.</p>
16	<p>Состав пара, удаляющегося из ректификационной колонны в дефлегматор, равен составу</p> <p>а) кубового остатка;</p>

	<p>б) исходной смеси;  <b>в) дистиллята.</b></p>
17	<p>Диаграмма соответствует процессу</p>  <p>а) абсорбция;  <b>б) ректификация;</b>  в) перегонка</p>
18	<p>Смешивается <math>G_1</math> кг воздуха с параметрам <math>l_1, x_1</math> и <math>G_2</math> кг воздуха с параметрами <math>l_2, x_2</math>. Отношение <math>G_1/G_2 = 3</math>. Укажите номер точки смеси на <math>l-x</math> диаграмме</p>  <p>а) 1;  б) 2;  <b>в) 3;</b>  г) 4;  д) 5.</p>
19	<p>Если парциальное давление пара над поверхностью материала превышает его парциальное давление в газе, то:</p> <p>а) будет равновесие;  <b>б) идет сушка;</b>  в) идет увлажнение;  г) идет сорбция</p>
<b>Б (на выбор нескольких правильных)</b>	
20	<p>Насос для работы на сеть подбирают по</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>заданной подаче;</b></li> <li>2) <b>требуемому напору;</b></li> <li>3) полезной мощности;</li> <li>4) максимальному КПД.</li> </ol>
21	<p>При переходе зернистого слоя в псевдооживленное состояние увеличивается</p> <p>а) <b>порозность;</b>  <b>б) высота слоя;</b>  в) гидравлическое сопротивление</p>
22	<p>Компенсация температурных удлинений предусмотрена в теплообменниках</p>  <p>а)                      б)</p>

	<p>в)                      г)</p> <p>б, в, г</p>
23	<p>Колонные тарельчатые аппараты могут работать в гидродинамических режимах:</p> <p>а) <b>пузырьковом</b>;  б) пленочном;  в) подвисяния;  г) <b>пенном</b>;  д) <b>струйном</b>;  е) эмульгирования</p>
24	<p>Насадочные колонны могут работать в гидродинамических режимах:</p> <p>а) пузырьковом;  б) <b>пленочном</b>;  в) <b>подвисяния</b>;  г) пенном;  д) струйном;  е) <b>эмульгирования</b></p>
25	<p>Какие сушилки наиболее целесообразны для сушки сыпучих материалов?  Для сушки материалов используют сушилки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>барabanные</b>;</li> <li>2) вальцовые;</li> <li>3) <b>ленточные</b>;</li> <li>4) с кипящим слоем;</li> </ol>

### 3.2 Кейс – задания

#### 3.2.1 ОПК-1- Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

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

Номер вопроса	Текст задания
26	<p><b>Ситуация.</b> В цехе, где вы работаете, необходимо увеличить производительность. Центробежный насос подает сырье в количестве 20 м<sup>3</sup>/ч, создавая напор 50 м. Полный КПД насоса <math>\eta = 0,8</math>.</p> <p><b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности насоса</p>
	<p><b>Ответ:</b> Производительность насоса – количество жидкости, подаваемое насосом в напорные трубопровод в единицу времени. Для увеличения производительности насоса можно:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличить число оборотов рабочего колеса насоса, исходя из законов пропорциональности <math>Q_1/Q_2 = n_1/n_2</math>.</li> <li>2. Снизить гидравлическое сопротивление в напорном трубопроводе. Для этого открыть полностью задвижку на напорном трубопроводе, увеличить диаметр напорного трубопровода, однако диаметр напорного трубопровода должен быть меньше диаметра всасывающего трубопровода.</li> <li>3. Подключить два насоса параллельно.</li> </ol>
27	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете мастером на очистных сооружениях, необходимо провести реконструкцию с целью увеличения производительности отстойников.</p> <p><b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности отстойников</p>
	<p><b>Ответ:</b> Производительность отстойника зависит от скорости осаждения и площади отстойника. Для увеличения производительности отстойника можно:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличить размер осаждаемых частиц, добавляя растворы ПАВ. Чем крупнее частицы, тем больше их скорость осаждения.</li> <li>2. Перед отстойником суспензию надо подогреть для снижения вязкости среды. Скорость осаждения обратно пропорциональна вязкости.</li> <li>3. Для увеличения поверхности осаждения установить многоярусные отстойники.</li> </ol>
28	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на станции фильтрации сахарного завода, необходимо увеличить скорость фильтрации с целью повышения производительности (фильтрация ведется при постоянном перепаде давления).</p> <p><b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности фильтров</p>
	<p><b>Ответ:</b> Повысить производительность фильтра можно, увеличив поверхность фильтрации и скорость фильтро-</p>

	<p>вания.</p> <p>Для увеличения скорости фильтрования надо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличить движущую силу процесса (<math>\Delta P</math> – перепад давлений на фильтровальной перегородке) либо повышая избыточное давление над фильтровальной перегородкой, либо создавая вакуум под ней.</li> <li>2. Перед фильтром суспензию надо подогреть для снижения вязкости среды.</li> <li>3. Осадок необходимо удалять с фильтровальной перегородки для снижения сопротивления.</li> <li>4. Использовать фильтровальную перегородку с меньшим сопротивлением.</li> </ol>												
29	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на сахарном заводе. Процесс перемешивания сахарного раствора имеет низкую интенсивность.</p> <p><b>Задание:</b> Предложить мероприятия по интенсификации процесса перемешивания сахаросодержащих растворов.</p> <p><b>Ответ:</b> Повысить интенсивность механического перемешивания сахаросодержащих растворов возможно следующими способами:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снизить вязкость перемешиваемого раствора, тем самым уменьшить сопротивление среды вращению мешалки. С этой целью используют аппараты с тепловой рубашкой.</li> <li>2. Увеличить скорость вращения мешалки. Для предотвращения образования воронки вокруг вала в аппарат помещают отражательные перегородки, которые, кроме того, способствуют возникновению дополнительных вихрей и увеличению турбулентности.</li> <li>3. С целью увеличения турбулентности среды при перемешивании используют многорядные мешалки (лопастные, турбинные).</li> <li>4. Для улучшения перемешивания больших объемов в сосудах с пропеллерными мешалками устанавливают диффузоры.</li> </ol>												
30	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на сахарном заводе, для подогрева жомпрессованной воды перед поступлением в отстойник используется вертикальный кожухотрубчатый теплообменник. За 5 мин вода должна нагреваться от 35 до 85 °С. Сейчас за пять минут вода нагревается от 35 до 60 °С.</p> <p><b>Задание:</b> Установить причину данного происшествия и предложить ряд мероприятий по предотвращению подобных ситуаций.</p> <p><b>Ответ:</b> Жомпрессованная вода не нагревается до заданной температуры в кожухотрубчатом теплообменнике по следующим причинам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поверхность теплообмена загрязнена. Необходимо очистить поверхность от загрязнений и снизить термическое сопротивление стенки.</li> <li>2. Низкая скорость движения воды в трубках. Следует увеличить расход воды или установить перегородки в крышке или днище теплообменника.</li> <li>3. Низкое давление и температура пара в межтрубном пространстве теплообменника. Для увеличения коэффициента теплоотдачи в межтрубном пространстве повысить давление пара и удалить неконденсирующиеся газы (воздух).</li> </ol>												
31	<p><b>Ситуация.</b> В цехе работает (по прямоточной схеме) воздухоподогреватель, в котором нагревается воздух от температуры <math>t_1' = 20</math> °С до <math>t_2' = 210</math> °С горячими газами, которые охлаждаются от температуры <math>t_1 = 410</math> °С до температуры <math>t_2 = 250</math> °С.</p> <p><b>Задание.</b> Определить средний температурный напор между воздухом и газом и предложить мероприятия по его увеличению.</p> <p><b>Ответ:</b> Средний температурный напор между газом и воздухом при прямотоке</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">410°C</td> <td style="text-align: center;">газ</td> <td style="text-align: center;">250°C</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20°C</td> <td style="text-align: center;">воздух</td> <td style="text-align: center;">210°C</td> </tr> </table> $\Delta t_{\bar{\sigma}} = 410 - 20 = 390^{\circ}\text{C}$ $\Delta t_{\bar{\mu}} = 250 - 210 = 40^{\circ}\text{C}$ $\frac{\Delta t_{\bar{\sigma}}}{\Delta t_{\bar{\mu}}} = \frac{390}{40} = 9,75 > 2$ $\Delta t_{\text{cp}} = \frac{\Delta t_{\bar{\sigma}} - \Delta t_{\bar{\mu}}}{\ln \frac{\Delta t_{\bar{\sigma}}}{\Delta t_{\bar{\mu}}}} = \frac{390 - 40}{\ln 9,75} = 153,7^{\circ}\text{C}$ <p>Средний температурный напор между газом и воздухом при противотоке</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">410°C</td> <td style="text-align: center;">газ</td> <td style="text-align: center;">250°C</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">210°C</td> <td style="text-align: center;">воздух</td> <td style="text-align: center;">20°C</td> </tr> </table> $\Delta t_{\bar{\sigma}} = 250 - 20 = 230^{\circ}\text{C}$ $\Delta t_{\bar{\mu}} = 410 - 210 = 200^{\circ}\text{C}$ $\frac{\Delta t_{\bar{\sigma}}}{\Delta t_{\bar{\mu}}} = \frac{230}{200} = 1,15 < 2$ $\Delta t_{\text{cp}} = \frac{\Delta t_{\bar{\sigma}} + \Delta t_{\bar{\mu}}}{2} = \frac{230 + 200}{2} = 215^{\circ}\text{C}$	410°C	газ	250°C	20°C	воздух	210°C	410°C	газ	250°C	210°C	воздух	20°C
410°C	газ	250°C											
20°C	воздух	210°C											
410°C	газ	250°C											
210°C	воздух	20°C											

	Т.к. $\Delta t_{cp}$ при противотоке больше, чем при прямотоке, следовательно противоточная схема движения теплоносителей более эффективна. Необходимо изменить направление движения одного из теплоносителей.
32	<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.
	<b>Ответ:</b> Для интенсификации процесса абсорбции аммиака водой возможно провести следующие мероприятия: 1. Снизить температуру воды. 2. Повысить парциальное давление аммиака в газовой смеси. 3. обеспечить наиболее эффективный гидродинамический режим работы абсорбера для создания развитой поверхности контакта фаз между водой и аммиаком (зависит от скорости газа в аппарате).
33	<b>Ситуация.</b> Выработаете главным инженером на хлебоприемном пункте. Вам поручили приобрести новую зерносушильную установку. <b>Задание:</b> Подобрать возможные конструкции сушилок, пояснить их достоинства и недостатки.
	<b>Ответ:</b> Для высушивания зерновых материалов возможно использование барабанных сушилок и сушилок с кипящим (псевдоожженным) слоем. Достоинства указанных сушилок: 1. Интенсивная и равномерная сушка вследствие развитой поверхности контакта материала и сушильного агента (воздуха). 2. Большое напряжение по влаге. 3. Компактность установки. 4. В сушилках с кипящим слоем возможна сушка при высоких температурах вследствие кратковременности контакта. 5. Высокая степень использования тепла сушильного агента. Недостатки таких сушилок: 1. Истирание и значительный унос мелких частиц. 2. Высокое гидравлическое сопротивление в сушилках с кипящим слоем. 3. Сушилки с кипящим слоем непригодны для сушки материала с большим размером частиц.

### 3.3 Собеседование (вопросы к зачетам, защите лабораторных работ)

#### 3.3.1 ОПК-1- Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

Номер вопроса	Текст вопроса
34	Предмет и задачи курса «Технологические процессы и производства». Современные задачи пищевой и химической промышленности.
35	Классификация основных технологических процессов.
36	Общие принципы анализа и расчета процессов и оборудования: материальный и энергетический балансы, интенсивность, эффективность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление переносу.
37	Меры по улучшению качества технологических процессов.
38	Жидкие технологические среды, как объект исследования.
39	Характеристики движения жидкости. Математическое описание движения и равновесия.
40	Уравнения энергии. Потери энергии.
41	Гидравлические машины. Основные характеристики и параметры.
42	Способы управления качеством процессов транспортирования жидких технологических сред.
43	Способы регулирования работы гидравлических машин с целью изготовления продукции в заданном количестве и заданного качества.
44	Роль гидромеханических процессов в пищевой и химической технологиях. Классификация технологических систем. Классификация технологических процессов.
45	Течение жидкости через зернистые и пористые слои. Математическое описание процесса.
46	Гидродинамика псевдоожженного слоя. Меры по улучшению качества процесса: интенсификация и повышение эффективности псевдоожжения.
47	Физическая сущность процесса осаждения. Математическое описание процесса. Интенсивность осаждения при различных гидродинамических режимах.
48	Меры по улучшению качества осаждения: способы интенсификации процесса; Способы устранения брака конечных продуктов процесса осаждения.
49	Разделение жидких неоднородных систем в поле центробежных сил. Математическое описание процесса. Расчет фактора разделения. Время и скорость центробежного разделения.
50	Коэффициент эффективности. Меры по улучшению качества центрифугирования: способы интенсификации процесса центрифугирования; способы устранения брака конечных продуктов процесса.
51	Фильтрование. Физическая сущность процесса. Движущая сила, сопротивление и интенсивность процесса. Математическое описание фильтрования.
52	Режимы постоянного перепада давления и постоянной скорости процесса. Меры по улучшению качества фильтрования: способы интенсификации процесса; способы устранения брака конечных

	продуктов процесса.
53	Перемешивание в жидких средах. Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Энергосбережение при перемешивании.
54	Значение процессов теплообмена в химической и пищевой промышленности. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Математическое описание процессов теплообмена.
55	Критериальное уравнение теплоотдачи. Теплопередача. Связь между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи.
56	Схемы движения теплоносителей. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи.
57	Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре. Меры по улучшению качества: способы корректировки технологических параметров тепловых процессов.
58	Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки.
59	Материальный и тепловой балансы выпаривания. Общая и полезная разность температур. Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена. Преимущества многократного выпаривания.
60	Меры по улучшению качества выпаривания: экономически целесообразное число корпусов выпарной установки; способы корректировки технологических параметров выпаривания с целью получения продукта с заданными свойствами.
61	Общие сведения о массообменных процессах. Классификация и их общая характеристика. Основы массопередачи со свободной границей раздела фаз газ (пар) - жидкость, жидкость - жидкость. Молекулярный и конвективный массоперенос. Уравнение массоотдачи. Критерии диффузионного подобия.
62	Критериальное уравнение массоотдачи. Выражение коэффициента массопередачи через коэффициенты массоотдачи. Средняя движущая сила процессов массопередачи. Расчет массообменных аппаратов.
63	Абсорбция. Общие сведения о процессе и области его практического применения. Материальный баланс процесса. Уравнение линий рабочих концентраций. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента.
64	Меры по улучшению качества процесса абсорбции. Показатели, влияющие на качество и количество продуктов абсорбции. Способы интенсификации процесса абсорбции. Возможные причины брака продуктов абсорбции и способы их устранения. Конструкции абсорберов.
65	Перегонка жидкостей. Простая перегонка и ректификация. Равновесие в системе пар - жидкость. Закон Рауля. Уравнение линии равновесия.
66	Схема установки непрерывной ректификации. Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей. Уравнение линий рабочих концентраций укрепляющей и исчерпывающей частей ректификационной колонны.
67	Меры по улучшению качества процесса ректификации. Показатели, влияющие на качество и количество ректификата. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака ректификата и способы их устранения. Типы ректификационных колонн.
68	Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Массоперенос в твердой фазе. Массоперенос во внешней фазе. Основные характеристики пористых тел.
69	Адсорбция. Адсорбенты. Условия десорбции. Материальный баланс процесса. Принципиальные схемы адсорбционных процессов. Адсорбционная аппаратура.
70	Меры по улучшению качества процесса адсорбции. Показатели, влияющие на качество и количество продуктов адсорбции. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака продуктов адсорбции и способы их устранения.
71	Сушка. Общие сведения. Конвективная сушка влажных материалов. Физические свойства влажного воздуха. Диаграмма I - x. Материальные балансы сушильных установок.
72	Расход теплоносителей. Тепловые балансы сушильных установок. Теоретическая и действительная сушилка.
73	Основы кинетики процесса конвективной сушки: свойства влажных материалов, кинетическая кривая конвективной сушки, определение продолжительности первого периода сушки, определение продолжительности второго периода сушки.
74	Меры совершенствования процесса сушки. Показатели, влияющие на качество и количество выпускаемой продукции. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака высушенного материала и способы их устранения.

#### **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 (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<b>ОПК-1- Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</b>					
<b>ИД1<sub>ОПК-1</sub> - Демонстрирует знания фундаментальных законов природы и понимание основных законов естественнонаучных дисциплин.</b>					
<b>Знать</b> классификацию жидкостей и газов, их основные физико-механические свойства; основные законы гидромеханики для проектирования деталей и узлов машин, механизмов, приборов	Тест	Результат тестирования	60% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 60% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знание классификацию жидкостей и газов, их основные физико-механические свойства; основные законы гидромеханики для проектирования деталей и узлов машин, механизмов, приборов	обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь</b> формулировать и решать задачи по гидростатике и гидродинамике; измерять параметры с целью дальнейшего использования для оценки функциональных возможностей и проектирования распространенных деталей и узлов приборов, узлов машин, механизмов	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение формулировать и решать задачи по гидростатике и гидродинамике; измерять параметры с целью дальнейшего использования для оценки функциональных возможностей и проектирования распространенных деталей и узлов приборов, узлов машин, механизмов	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 вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Владеть</b> навыками анализа и обобщения результатов измерений; вести расчет воздействия жидкости на любые поверхности; применять основные законы	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 пред-	зачтено	Освоена (базовый)

<i>гидродинамики для оценки функциональных возможностей и проектирования распространения</i>			ложил вариантов решения	не зачтено	Не освоена (недостаточный)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения		
<b>ОПК-1- Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</b>					
<b>ИД2<sub>ОПК-1</sub> - Определяет области применения законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</b>					
<b>Знать физические принципы процессов, машин и аппаратов холодильной техники для разработки планов на отдельные виды работ</b>	Тест	Результат тестирования	60% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 60% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знание <i>физические принципы процессов, машин и аппаратов холодильной техники для разработки планов на отдельные виды работ</i>	обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь разрабатывать планы для охлаждения, замораживания и сублимационной сушки, отепления и размораживания пищевых продуктов</b>	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение <i>разрабатывать планы для охлаждения, замораживания и сублимационной сушки, отепления и размораживания пищевых продуктов</i>	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 вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Владеть навыками термодинамических основ рабочих процессов при умеренном охлаждении для разработки планов на отдельные виды работ и контроля их выполнение</b>	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)