

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
И.о. проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_  
(подпись) Василенко В.Н.  
(Ф.И.О.)

"30" 05. 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**Процессы и аппараты**

Направление подготовки  
19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Направленность (профиль)  
Технологии продуктов питания из растительного сырья

Квалификация выпускника  
бакалавр

Воронеж

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности: 22 Пищевая промышленность, включая производство напитков и табака (в сфере применения технологий комплексной переработки растительного сырья для производства полуфабрикатов и готовой продукции различного назначения).

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов: научно-исследовательский; технологический; организационно-управленческий; проектный.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья.

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

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-3	Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	<i>ИД1<sub>ОПК-3</sub> - Анализирует технологический процесс и подбирает технологическое оборудование для решения профессиональных задач</i>
2	ПКв-5	Способен использовать информационные технологии и математическое моделирование в процессе производства продуктов питания из растительного сырья на автоматизированных технологических линиях	<i>ИД-1<sub>ПКв-5</sub> - Использовать информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства продуктов питания</i>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
<i>ИД1<sub>ОПК-3</sub> - Анализирует технологический процесс и подбирает технологическое оборудование для решения профессиональных задач</i>	Знает: технологические процессы и современное технологическое оборудование для решения профессиональных задач по переработке растительного сырья
	Умеет: анализировать и интенсифицировать технологические процессы по переработке растительного сырья и эксплуатировать современное технологическое оборудование по переработке растительного сырья
	Владеет: навыками анализа и интенсификации технологических процессов по переработке растительного сырья, навыками эксплуатации и подбора технологического оборудования по переработке растительного сырья.
<i>ИД-1<sub>ПКв-5</sub> - Использовать информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства продуктов питания</i>	Знает: информационные технологии в профессионально-ориентированных информационных системах производства продуктов питания
	Умеет: использовать информационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства продуктов питания
	Владеет: навыками использования информационных технологий сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства продуктов питания

### 3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ООП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин Моделирование технологических процессов производства продуктов питания из растительного сырья, Автоматизированные системы управления технологическими процессами, Информационные системы и технологии управления технологическими процессами.

Дисциплина является предшествующей для изучения последующих дисциплин: Технологическое оборудование отрасли; практик: Учебная практика, ознакомительная практика, Учебная практика, технологическая практика, Производственная практика, организационно-управленческая практика, Производственная практика, проектная практика, Производственная практика, технологическая практика, Производственная практика, преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа; Государственная итоговая аттестация - подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего академических часов	Распределение трудоемкости по семестрам, ч	
		4	5
		Акад. ч	Акад. ч
Общая трудоемкость дисциплины	<b>252</b>	<b>108</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа</b> в т. ч. аудиторные занятия:	<b>155,35</b>	<b>73,9</b>	<b>81,45</b>
Лекции	81	36	45
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Практические/лабораторные занятия	66	36	30
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	66	36	30
Консультации текущие	4,05	1,8	2,25
Консультирование и прием курсового проекта	2		2
Консультации перед экзаменом	2		2
<b>Вид аттестации (зачет / экзамен)</b>	0,3	0,1	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>62,85</b>	<b>34,1</b>	<b>28,75</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	14,75	12	2,75
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	13,1	10,1	3
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	15	12	3
Курсовой проект (выполнение, подготовка к защите)	20		20
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>33,8</b>		<b>33,8</b>

**5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (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
4 семестр			
1	Введение. Методы анализа и моделирования.	Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья. Общие принципы	6

		анализа и расчета процессов и оборудования: материальный и энергетический балансы, интенсивность, эффективность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление переносу. Методы анализа и моделирования процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья.	
2	Цифровизация производственного сектора, профессионально-ориентированные информационные системы и программные продукты	Национальная программа «Цифровая экономика». Понятия цифровой экономики и цифрового производства. Сквозные технологии и области их применения в производстве продуктов питания: большие данные и методы их обработки; машинное обучение, искусственный интеллект; дополненная и виртуальная реальность; робототехника; блокчейн. Программные продукты: проект Conudrum (машинное обучение для прогнозирования технического обслуживания, контроля качества сырья и продукции, оптимизации производственных процессов за счет тонкой настройки оборудования); Цифровой рабочий (FieldBit); VR-комнаты VR Concept; роботы RoboCV; платформа управления Cyberphysics. Программные продукты: LabVIEW (сбор и обработка данных, управление техническими объектами и технологическими процессами); Компас 3D– цифровая имитация технологических объектов и процессов).	15
3	Гидростатика	Основные свойства жидких технологических сред при производстве продуктов питания из растительного сырья. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения при проведении основных процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья. Сила давления. Относительный покой жидкости в основных процессах, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья.	12
4	Элементы гидродинамики	Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкостей в основных процессах производства продуктов питания из растительного сырья. Уравнения движения. Уравнения энергии. Основы теории подобия. Гидродинамические режимы движения пищевых вязких технологических сред: ламинарный и турбулентный. Характер и виды потерь энергии при движении жидких сред в производстве продуктов питания из растительного сырья: потери по длине; местные потери. Гидравлическое сопротивление типового тепло- и массообменного оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья.	38
5	Гидравлические процессы	Классификация гидромашин для транспортировки технологических сред при производстве продуктов питания из	35,1

		растительного сырья. Основные параметры работы насосов и их характеристики. Прогрессивные методы подбора насосов, эксплуатация насосных установок при производстве продуктов питания из растительного сырья. Регулирование работы насосных установок	
	<i>Консультации текущие</i>		1,8
	<i>Зачет</i>		0,1
<i>5 семестр</i>			
6	Механические процессы и оборудование	Измельчение твердых материалов. Методика расчета расхода энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения растительного сырья. Сортирование и смешение твердого растительного сырья. Прогрессивные методы подбора и эксплуатации технологического оборудования для реализации механических процессов при производстве продуктов питания из растительного сырья.	8,15
7	Гидромеханические процессы и оборудование	Роль гидромеханических процессов в производстве продуктов питания из растительного сырья. Классификация гидромеханических процессов. Сопротивление движению тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Процесс отстаивания в производстве продуктов питания из растительного сырья. Анализ и способы интенсификации процесса отстаивания. Расчет и прогрессивные методы подбора и эксплуатации отстойников. Движение жидкостей через зернистые и пористые слои. Применение зернистых слоев при производстве продуктов питания из растительного сырья. Фильтрование суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах при производстве продуктов питания из растительного сырья. Анализ и способы интенсификации процесса фильтрования. Методика расчета, методы подбора и эксплуатации фильтровального оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья. Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Анализ и способы интенсификации процесса центрифугирования. Методика расчета, методы подбора и эксплуатации центрифуг при производстве продуктов питания из растительного сырья. Разделение неоднородных сред в циклонах. Перемешивание. Интенсивность и эффективность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание. Анализ и способы интенсификации процесса перемешивания. Конструкции мешалок, используемых при производстве продуктов питания из растительного сырья. Прогрессивные методы подбора и эксплуатации перемешивающих устройств. Пневматическое, циркуляционное и другие	24,2

		виды перемешивания, применяемые в процессах производства продуктов питания из растительного сырья.	
8	Тепловые процессы и оборудование	<p>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 технологическом оборудовании по переработке растительного сырья. Анализ и способы интенсификации тепловых процессов. Схема расчета, прогрессивные способы подбора и эксплуатации теплообменного оборудования для производства продуктов питания из растительного сырья.</p> <p>Выпаривание: физическая сущность, методы проведения процесса. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки, используемые в производстве продуктов питания из растительного сырья: методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации. Сущность и преимущества многократного выпаривания. Анализ и способы интенсификации процесса выпаривания.</p>	28,2
9	Массообменные процессы и оборудование	<p>Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз при производстве продуктов питания из растительного сырья: 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. Методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации абсорберов и жидкостных экстракторов.</p> <p>Особенности массопередачи в системах с твердой фазой: механизмы переноса в твердых телах (растительном сырье), нестационарность массопереноса в твердых телах, способы массопередачи в системах с твердой фазой, непрерывный и ступенчатый контакт фаз. Методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации адсорберов и экстракторов.</p> <p>Общая характеристика процессов кристаллизации из растворов и расплавов при производстве продуктов питания из</p>	43,2

	растительного сырья: материальный и тепловой балансы кристаллизатора; кинетика процесса; скорость роста кристаллов; диффузионное сопротивление и сопротивление, обусловленное кристаллохимической реакцией на поверхности; движущая сила процесса; анализ процесса и пути интенсификации.Методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации кристаллизаторов при производстве продуктов питания из растительного сырья. Процесс конвективной сушки при производстве продуктов питания из растительного сырья: общая характеристика процесса; общая схема сушки; материальный и тепловой балансы; действительная и теоретическая сушки; кинетика процесса. Формы связи влаги с растительным сырьем и продуктами питания из растительного сырья. Движущая сила процесса. Критическая и равновесная влажность материала. Кривые кинетики сушки. Анализ и способы интенсификации процесса сушки.Классификация сушилок, методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации сушилок при производстве продуктов питания из растительного сырья.	
	<i>Консультации текущие</i>	2,25
	<i>Консультирование и прием курсового проекта</i>	2
	<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	Лабораторные занятия, ак. ч	СРО, ак. ч
<b>4 семестр</b>				
1	Введение. Методы анализа и моделирования.	4		2
2	Цифровизация производственного сектора, профессионально-ориентированные информационные системы и программные продукты	6	4	5
3	Гидростатика	4	4	4
4	Элементы гидродинамики	12	16	10
5	Гидравлические процессы	10	12	13,1
	<i>Консультации текущие</i>		1,8	
	<i>Зачет</i>		0,1	
<b>5 семестр</b>				
6	Механические процессы и оборудование	6		2,15
7	Гидромеханические процессы и оборудование	10	12	2,2
8	Тепловые процессы и оборудование	12	4	12,2
9	Массообменные процессы и оборудование	17	14	12,2

	Консультации текущие	2,25
	Консультирование и прием курсового проекта	2
	Консультации перед экзаменом	2
	Экзамен	0,2

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
4 семестр			
1	Введение. Методы анализа и моделирования.	Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья. Общие принципы анализа и расчета процессов и оборудования: материальный и энергетический балансы, интенсивность, эффективность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление переносу. Методы анализа и моделирования процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья.	4
2	Цифровизация производственного сектора, профессионально-ориентированные информационные системы и программные продукты	Национальная программа «Цифровая экономика». Понятия цифровой экономики и цифрового производства. Сквозные технологии и области их применения в производстве продуктов питания: большие данные и методы их обработки; машинное обучение, искусственный интеллект; дополненная и виртуальная реальность; робототехника; блокчейн; . Программные продукты: проект Conudrum (машинное обучение для прогнозирования технического обслуживания, контроля качества сырья и продукции, оптимизации производственных процессов за счет тонкой настройки оборудования); Цифровой рабочий (FieldBit); VR-комнаты VR Concept; роботы RoboCV; платформа управления Cyberphysics. Программные продукты: LabVIEW (сбор и обработка данных, управление техническими объектами и технологическими процессами); Компас 3D – цифровая имитация технологических объектов и процессов).	6
3	Гидростатика	Основные свойства жидких технологических сред при производстве продуктов питания из растительного сырья. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения при проведении основных процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья. Сила давления. Относительный покой жидкости в основных процессах, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья.	4
4	Элементы гидродинамики	Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкостей в основных процессах производства продуктов питания из растительного сырья. Уравнения движения. Уравнения энергии. Основы теории подобия. Гидродинамические режимы движения пищевых вязких технологических сред: ламинарный и турбулентный. Характер и виды потерь энергии при движении жидких сред в производстве продуктов питания из растительного сырья: потери по длине; местные потери. Гидравлическое сопротивление типового тепло- и массообменного оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья.	12
5	Гидравлические процессы	Классификация гидромашин для транспортировки технологических сред при производстве продуктов	10



		питания из растительного сырья. Основные параметры работы насосов и их характеристики. Прогрессивные методы подбора насосов, эксплуатация насосных установок при производстве продуктов питания из растительного сырья. Регулирование работы насосных установок	
5 семестр			
6	Механические процессы и оборудование	Измельчение твердых материалов. Методика расчета расхода энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения растительного сырья. Сортирование и смешение твердого растительного сырья. Прогрессивные методы подбора и эксплуатации технологического оборудования для реализации механических процессов при производстве продуктов питания из растительного сырья.	6
7	Гидромеханические процессы и оборудование	Роль гидромеханических процессов в производстве продуктов питания из растительного сырья. Классификация гидромеханических процессов. Сопротивление движению тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Процесс отстаивания в производстве продуктов питания из растительного сырья. Анализ и способы интенсификации процесса отстаивания. Расчет и прогрессивные методы подбора и эксплуатации отстойников. Движение жидкостей через зернистые и пористые слои. Применение зернистых слоев при производстве продуктов питания из растительного сырья. Фильтрация суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах при производстве продуктов питания из растительного сырья. Анализ и способы интенсификации процесса фильтрации. Методика расчета, методы подбора и эксплуатации фильтровального оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья. Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Анализ и способы интенсификации процесса центрифугирования. Методика расчета, методы подбора и эксплуатации центрифуг при производстве продуктов питания из растительного сырья. Разделение неоднородных сред в циклонах. Перемешивание. Интенсивность и эффективность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание. Анализ и способы интенсификации процесса перемешивания. Конструкции мешалок, используемых при производстве продуктов питания из растительного сырья. Прогрессивные методы подбора и эксплуатации перемешивающих устройств. Пневматическое, циркуляционное и другие виды перемешивания, применяемые в процессах производства продуктов питания из растительного сырья.	10
8	Тепловые процессы и оборудование	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 технологическом оборудовании по переработке растительного сырья. Анализ и способы интенсификации тепловых процессов. Схема расчета, прогрессивные способы подбора и эксплуатации теплообменного оборудования для производства продуктов питания из растительного сырья. Выпаривание: физическая сущность, методы	12

		проведения процесса. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки, используемые в производстве продуктов питания из растительного сырья: методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации. Сущность и преимущества многократного выпаривания. Анализ и способы интенсификации процесса выпаривания.	
9	Массообменные процессы и оборудование	<p>Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз при производстве продуктов питания из растительного сырья: 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. Методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации абсорберов и жидкостных экстракторов.</p> <p>Особенности массопередачи в системах с твердой фазой: механизмы переноса в твердых телах (растительном сырье), нестационарность массопереноса в твердых телах, способы массопередачи в системах с твердой фазой, непрерывный и ступенчатый контакт фаз. Методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации адсорберов и экстракторов.</p> <p>Общая характеристика процессов кристаллизации из растворов и расплавов при производстве продуктов питания из растительного сырья: материальный и тепловой балансы кристаллизатора; кинетика процесса; скорость роста кристаллов; диффузионное сопротивление и сопротивление, обусловленное кристаллохимической реакцией на поверхности; движущая сила процесса; анализ процесса и пути интенсификации. Методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации кристаллизаторов при производстве продуктов питания из растительного сырья.</p> <p>Процесс конвективной сушки при производстве продуктов питания из растительного сырья: общая характеристика процесса; общая схема сушки; материальный и тепловой балансы; действительная и теоретическая сушка; кинетика процесса. Формы связи влаги с растительным сырьем и продуктами питания из растительного сырья. Движущая сила процесса. Критическая и равновесная влажность материала. Кривые кинетики сушки. Анализ и способы интенсификации процесса сушки. Классификация сушилок, методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации сушилок при производстве продуктов питания из растительного сырья.</p>	17

## 5.2.2 Практические занятия (семинары)

Не предусмотрены.

## 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. ч
4 семестр			

1	Введение. Методы анализа и моделирования.		
2	Цифровизация производственного сектора, профессионально-ориентированные информационные системы и программные продукты	КОМПАС-3D: построение 3D-модели заданного аппарата.	4
3	Гидростатика	Относительный покой в равномерно вращающемся вокруг своей оси цилиндрическом сосуде	4
4	Элементы гидродинамики	Изучение режимов движения жидкости	4
		Материальный и энергетический балансы потока	4
		Определение коэффициентов гидравлического трения на прямолинейных участках трубопровода	4
		Определение коэффициента местного гидравлического сопротивления	4
5	Гидравлические процессы	Испытания центробежно-вихревого насоса (LabVIEW)	4
		Испытания центробежного вентилятора	4
		Изучение устройства насосов и определение их параметров	4
5 семестр			
6	Механические процессы и оборудование		
7	Гидромеханические процессы и оборудование	Изучение гидродинамики взвешенного слоя	4
		Изучение кинетики гравитационного осаждения	4
		Определение констант процесса фильтрования	4
8	Тепловые процессы и оборудование	Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»	4
9	Массообменные процессы и оборудование	Изучение процесса абсорбции углекислого газа водой в аппарате с механическим перемешиванием	4
		Экспериментальная проверка дифференциального уравнения простой перегонки	4
		Изучение кинетики процесса конвективной сушки	6

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
4 семестр			
1	Введение. Методы анализа и моделирования.	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник)	2
2	Цифровизация производственного сектора, профессионально-ориентированные информационные системы и программные продукты	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	5
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	3 2
3	Гидростатика	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	4 2 2
4	Элементы гидродинамики	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	10 5 5
5	Гидравлические процессы	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	13,1
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	4
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	4 5,1
5 семестр			
6	Механические процессы и оборудование	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник) Тест (лекции, учебник)	2,15 1,15 1
7	Гидромеханические		2,2

	процессы и оборудование	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	0,5 0,5 1,2
8	Тепловые процессы и оборудование	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы) Курсовой проект	<b>12,2</b> 0,7 0,7 0,8 10
9	Массообменные процессы и оборудование	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы) Курсовой проект	<b>12,2</b> 0,7 0,7 0,8 10

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

### **6.1 Основная литература**

1. Бакин, И. А. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / И. А. Бакин, В. Н. Иванец. — Кемерово : КемГУ, 2020. — 235 с. — ISBN 978-5-8353-2598-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156113>

2. 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>

3. 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: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/4458>

### **6.2 Дополнительная литература**

1. Расчет и проектирование теплообменников : учебное пособие для вузов / А. Н. Остриков, И. Н. Болгова, Е. Ю. Желтоухова [и др.] ; Под редакцией профессора А. Н. Острикова. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-7769-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/180777>

2. Остриков, А.Н. Расчет и проектирование сушильных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Остриков, М.И. Слюсарев, Е.Ю. Желтоухова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105992>

3. Остриков, А.Н. Расчет и проектирование аппаратов для механических и гидромеханических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, Л.Н. Фролова, А.В. Терёхина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : , 2018. — 360 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105819>

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

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>

Расчет и проектирование массообменных аппаратов: Учебное пособие/Под научной ред. Профессора А.Н. Острикова. – СПб.: Издательство «Лань» - 2015. – 352

с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/56170>

Расчет и проектирование теплообменников : учебное пособие для вузов / А. Н. Остриков, И. Н. Болгова, Е. Ю. Желтоухова [и др.] ; Под редакцией профессора А. Н. Острикова. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-7769-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/180777>

Остриков, А.Н. Расчет и проектирование сушильных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Остриков, М.И. Слюсарев, Е.Ю. Желтоухова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105992> .

Процессы и аппараты химических и пищевых производств. Массообменные процессы [Электронный ресурс]: методические указания и задания к курсовому проекту для студентов очной и заочной формы обучения / Остриков, А. Н., Смирных, А. А., Слюсарев, М. И., Болгова, И. Н.; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж, 2014. - 36 с.

Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/584>

Процессы и аппараты химических и пищевых производств. Тепловые процессы [Электронный ресурс]: методические указания и задания к курсовому проекту для студентов очной и заочной формы обучения / Остриков, А. Н., Смирных, А. А., Слюсарев, М. И., Болгова, И. Н.; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж, 2014. - 32 с.

Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/585>

#### **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.gow.ru">http://minobrnauki.gow.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)

#### **Справочно-правовые системы**

<b>Программы</b>	<b>Лицензии, реквизиты подтверждающего документа</b>
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**

Для проведения учебных занятий используются учебные аудитории:

Ауд. 111. Учебная аудитория для проведения учебных занятий: Лабораторные установки: абсорбция углекислого газа водой, гидродинамика зернистого слоя, осаждение, витание и унос твердой частицы в жидкой среде, осаждение твердых частиц в жидкой среде, кинетика конвективной сушки, гидродинамика колпачковой тарелки, определение констант процесса фильтрования, барабанный вакуум-фильтр, простая перегонка, теплообменник типа «труба в трубе», стенд колонных аппаратов.

Ауд. 115. Учебная аудитория для проведения учебных занятий: 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.

Ауд. 117. Учебная аудитория для проведения учебных занятий: 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.

Для самостоятельной работы обучающихся используется:

Ауд. 113. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: 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.

### **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 заочной формы обучения**

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

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 зачетных единиц

Виды учебной работы	Всего академи- ческих часов	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч	
		4	5
		Акад. ч	Акад. ч
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>	<b>252</b>	<b>108</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа в т. ч. аудиторные занятия:</b>	<b>27,4</b>	<b>13,8</b>	<b>13,6</b>
Лекции	10	6	4
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Лабораторные занятия	10	6	4
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	10	6	4
Консультации текущие	1,5	0,9	0,6
Консультации перед экзаменом	2		2
Рецензирование контрольных работ обучающихся-заочников	1,6	0,8	0,8
Курсовой проект (выполнение, подготовка к защите)	2		2
<b>Вид аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>213,9</b>	<b>90,3</b>	<b>123,6</b>
Контрольные работы	18,4/2	9,2/1	9,2/1
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	10	6	4
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	155,5	69,1	86,4
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	10	6	4
Курсовой проект	20		20
<b>Подготовка к зачету/экзамену (контроль)</b>	<b>10,7</b>	<b>3,9</b>	<b>6,8</b>



**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

к рабочей программе

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**Технология бродильных и сахаристых производств**

к рабочей программе

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

**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-3	Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	<i>ИД1<sub>ОПК-3</sub> - Анализирует технологический процесс и подбирает технологическое оборудование для решения профессиональных задач</i>
2	ПКВ-5	Способен использовать информационные технологии и математическое моделирование в процессе производства продуктов питания из растительного сырья на автоматизированных технологических линиях	<i>ИД-1<sub>ПКВ-5</sub> - Использовать информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства продуктов питания</i>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
<i>ИД1<sub>ОПК-3</sub> - Анализирует технологический процесс и подбирает технологическое оборудование для решения профессиональных задач</i>	Знает: <i>технологические процессы и современное технологическое оборудование для решения профессиональных задач по переработке растительного сырья</i>
	Умеет: <i>анализировать и интенсифицировать технологические процессы по переработке растительного сырья и эксплуатировать современное технологическое оборудование по переработке растительного сырья</i>
	Владеет: <i>навыками анализа и интенсификации технологических процессов по переработке растительного сырья, навыками эксплуатации и подбора технологического оборудования по переработке растительного сырья.</i>
<i>ИД-1<sub>ПКВ-5</sub> - Использовать информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства продуктов питания</i>	Знает: <i>информационные технологии в профессионально-ориентированных информационных системах производства продуктов питания</i>
	Умеет: <i>использовать информационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства продуктов питания</i>
	Владеет: <i>навыками использования информационных технологий сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства продуктов питания</i>

## 2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/ процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Введение. Методы анализа и моделирования.	<i>ИД1<sub>ОПК-3</sub> ИД-1<sub>ПКВ-5</sub></i>	Банк тестовых заданий	1, 2, 3, 22-26	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)	69-70	Собеседование с преподавателем
			Кейс-задание	31	Проверка преподавателем
2	Цифровизация производственного	<i>ИД-1<sub>ПКВ-5</sub></i>	Банк тестовых заданий	6, 11, 22-26	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету,	71-73	Собеседование с

	сектора, профессионально-ориентированные информационные системы и программные продукты		<i>экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)</i>		преподавателем
			<i>Кейс-задание</i>	31	Проверка преподавателем
3	Гидростатика	<i>ИД1<sub>опк-3</sub></i>	Банк тестовых заданий	1, 2, 3	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)</i>	32, 45	Собеседование с преподавателем
			<i>Кейс-задание</i>	29	Проверка преподавателем
4	Элементы гидродинамики	<i>ИД1<sub>опк-3</sub></i>	Банк тестовых заданий	2, 3, 6, 8, 9, 11	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)</i>	32	Собеседование с преподавателем
			<i>Кейс-задание</i>	30, 67-68	Проверка преподавателем
5	Гидравлические процессы	<i>ИД1<sub>опк-3</sub></i>	Банк тестовых заданий	3, 9, 14	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)</i>	32, 33-41	Собеседование с преподавателем
			<i>Кейс-задание</i>	30	Проверка преподавателем
6	Механические процессы и оборудование	<i>ИД1<sub>опк-3</sub></i>	Банк тестовых заданий	20, 22	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)</i>	42-43	Собеседование с преподавателем
7	Гидромеханические процессы и оборудование	<i>ИД1<sub>опк-3</sub></i>	Банк тестовых заданий	10, 12, 17, 21	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)</i>	44-50	Собеседование с преподавателем
			<i>Кейс-задание</i>	29, 61-66	Проверка преподавателем
8	Тепловые процессы и оборудование	<i>ИД1<sub>опк-3</sub></i>	Банк тестовых заданий	4, 13, 15	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)</i>	51-53	Собеседование с преподавателем
			<i>Кейс-задание</i>	27, 28	Проверка преподавателем
9	Массообменные процессы и оборудование	<i>ИД1<sub>опк-3</sub></i>	Банк тестовых заданий	4, 5, 7, 8, 16, 18, 19	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)</i>	32, 54-60	Собеседование с 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 программой**

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

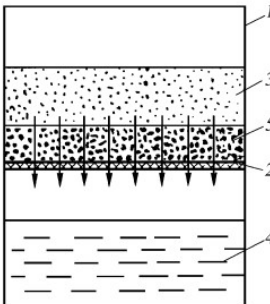


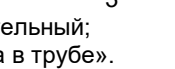

Каждый вариант теста включает 20 контрольных заданий, из них:

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

#### 3.1 Тесты (банк тестовых заданий)

**3.1.1 ОПК-3 Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов**

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
<b>А (на выбор одного правильного ответа)</b>	
1	Идеальной жидкостью называется <b>а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение;</b> б) жидкость, подходящая для применения; в) жидкость, способная сжиматься; г) жидкость, существующая только в определенных условиях.
2	Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется <b>а) открытым сечением;</b> <b>б) живым сечением;</b> в) полным сечением; г) площадь расхода.
3	Расход жидкости бывает: <b>а) массовый;</b> <b>б) объемный;</b> в) весовой; г) центробежный.
4	Вторичный пар, отбираемый из выпарной установки для других нужд, называется: а) греющим паром; <b>б) экстра-паром;</b> в) глухим паром.
5	Сушка материалов является а) тепловым процессом; б) диффузионным процессом; <b>в) теплообменным процессом.</b>
<b>Б (на выбор нескольких правильных)</b>	
6	В критериальные уравнения, описывающие теплоотдачу при турбулентном движении жидкости в трубе ( $Re > 10^4$ ) входят: а) $Nu$ – критерий Нуссельта; б) $Pr$ – критерий Прандтля; в) $Re$ – критерий Рейнольдса; г) $Ku$ – критерий Кутателадзе; д) $Gr$ – критерий Грасгофа. Ответ: а, б, в
7	В материале может содержаться влага а) адсорбционная; б) осмотическая; в) связанная в микрокапиллярах; г) химически связанная. Ответ: а, б, в, г.
8	Гидродинамические режимы работы тарельчатых колонных аппаратов а) пленочный; б) подвисяния; в) эмульгирования; г) пузырьковый.

	Ответ: а, б, г.						
<b>В (на последовательность)</b>							
9	<p>Укажите правильную последовательность определения коэффициента гидравлического трения <math>\lambda</math> при турбулентном режиме</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) определение <math>\lambda</math> для гидравлически гладких труб;</li> <li>2) определение толщины вязкого подслоя <math>\delta</math>;</li> <li>3) определение абсолютной шероховатости труб <math>\Delta</math>;</li> <li>4) сравнение <math>\delta</math> и <math>\Delta</math>;</li> <li>5) выбор формулы для расчета <math>\lambda</math>.</li> </ol> <p><b>с</b></p>						
10	<p>Выберете правильную последовательность обозначения позиций элементов схемы фильтра: 1-фильтр, 2-фильтровальная перегородка, 3-осадок, 4-фильтрат, 5-суспензия.</p>  <p>Ответ: 1, 2, 5, 4, 3.</p>						
<b>Г (на соответствие)</b>							
11	<p>Установите соответствие между критерием Рейнольдса и режимом движения жидкости:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">а) 20 000;</td> <td style="width: 50%;">1) ламинарный;</td> </tr> <tr> <td>б) 1 200;</td> <td>2) турбулентный;</td> </tr> <tr> <td>в) 3 200.</td> <td>3) переходный.</td> </tr> </table> <p><b>Ответ: а-2; б- 1; в-3.</b></p>	а) 20 000;	1) ламинарный;	б) 1 200;	2) турбулентный;	в) 3 200.	3) переходный.
а) 20 000;	1) ламинарный;						
б) 1 200;	2) турбулентный;						
в) 3 200.	3) переходный.						
12	<p>Укажите соответствие зависимости коэффициента сопротивления от критерия Рейнольдса и режима осаждения:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">а) ламинарный;</td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><math>\xi = \frac{24}{Re}</math>;</td> </tr> <tr> <td>б) переходный;</td> <td style="text-align: center;">1) <math>\xi = \frac{18,5}{Re^{0,6}}</math>;</td> </tr> <tr> <td>в) автомодельный.</td> <td style="text-align: center;">2) <math>\xi = const</math>.</td> </tr> </table> <p>3) <math>\xi = const</math>.</p> <p><b>Ответ: а-1, б-2, в-3.</b></p>	а) ламинарный;	$\xi = \frac{24}{Re}$ ;	б) переходный;	1) $\xi = \frac{18,5}{Re^{0,6}}$ ;	в) автомодельный.	2) $\xi = const$ .
а) ламинарный;	$\xi = \frac{24}{Re}$ ;						
б) переходный;	1) $\xi = \frac{18,5}{Re^{0,6}}$ ;						
в) автомодельный.	2) $\xi = const$ .						
13	<p>На рисунке изображены теплообменники. Установить соответствие между картинкой и названием.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>3</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>4</p> </div> </div> <p>а) кожухотрубчатый; б) оросительный; в) змеевиковый; г) типа «труба в трубе».</p> <p>Ответ: 1-а, 2-б, 3-в, 4-г</p>						
<b>Д (открытого типа)</b>							
14	<p>... напора в местных сопротивлениях вычисляют по формуле Вейсбаха. Ответ: <b>Потери.</b></p>						
15	<p>Коэффициент ... характеризует скорость протекания процесса передачи теплоты от горячего теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку. Ответ: <b>теплопередачи.</b></p>						
16	<p>... - это процесс удаления влаги из материала путем ее испарения и отвода образующихся паров. Ответ: <b>Сушка.</b></p>						
17	<p>... - это система, состоящая из жидкости и взвешенных в ней твердых частиц. Ответ: <b>суспензия.</b></p>						
18	<p>... — это процесс разделения двойных или многокомпонентных смесей за счёт противоточного массообмена между паром и жидкостью. Ответ: <b>Ректификация.</b></p>						
19	<p>Движущей силой процесса ... является стремление системы к уменьшению поверхностного натяжения. Ответ: <b>адсорбции.</b></p>						
20	<p>В процессах получения суспензий эффективность ... характеризуется степенью равномерности</p>						

	распределения твердой фазы в объеме аппарата. Ответ: <b>перемешивания</b> .
21	Взвешенный слой за внешнее сходство с поведением обычной капельной жидкости (текучень, способность принимать форму того сосуда, в который она помещена) называют ... Ответ: <b>псевдооживленным</b> .

### 3.1.1 ПКв-5 Способен использовать информационные технологии и математическое моделирование в процессе производства продуктов питания из растительного сырья на автоматизированных технологических линиях

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
<b>А (на выбор одного правильного ответа)</b>	
22	При составлении математического описания какого процесса, пользуются следующими допущениями: – структура потока в аппарате соответствует режиму идеального смешения; – режим смешения в аппарате установившийся; – внутри аппарата отсутствуют источники и стоки вещества и теплоты; – число смешиваемых потоков равно двум, при необходимости смешения большего числа потоков в схему можно включить несколько последовательно соединенных смесителей; – теплоемкости потоков $i$ -го компонента рассчитываются при температуре этого потока. <b>а) перемешивания;</b> б) сушки; в) абсорбции.
<b>Б (на выбор нескольких правильных)</b>	
23	Математическая модель конвективного теплообмена может быть выражена следующими математическими зависимостями: а) $Nu=f(Gr, Re, Pe, l/l_0)$ б) $Nu=f(Gr, Re, Pr, l/l_0)$ в) $Nu=f(Gr, Re)$ г) $Nu=f(Gr, Pe)$ Ответ: а, б.
<b>В (на последовательность)</b>	
24	Современная методология науки выделяет три этапа математизации знаний, расставьте их в правильной последовательности: а) математическая обработка эмпирических (экспериментальных) данных; б) моделирование; в) относительно полные математические теории. Ответ: а, б, в.
<b>Г (на соответствие)</b>	
25	Установите соответствие между названием вида модели и ее описанием. а) модели словесные. б) модели графические. в) функциональные модели г) модели математические.  1. Речь является уникальной системой кодирования информации. С помощью речи можно описать любые предметы и процессы, однако это можно сделать только при помощи человека, то есть эти модели являются субъективными. Построить по словесному описанию действующую модель практически невозможно;  2. Рисунки, чертежи и блок-схемы содержат большой объем информации, но и они являются статическими моделями, оживающими только через восприятие их человеком;  3. Описывают функции, выполняемые основными составными частями предприятия. Они разрабатываются для того, чтобы получить общее представление о процессе. Для примера рассмотрим общий план части типового цементного завода (рис. 1.1). Назначением этой части завода является получение однородного материала определенного химического состава с соответствующими размерами зерен для подачи его в сушильную печь. Сырье подается из хранилища в сырьевую мельницу, смешивается в гомогенизаторе и отправляется в сушильную печь.  4. Математическое моделирование является мето-

	дом качественного или количественного описания объектов или процессов, при этом реальный объект, процесс или явление упрощается, схематизируется и описывается определенным уравнением. В большинстве случаев математическая модель представляет собой уравнение регрессии, то есть геометрическое место точек математических ожиданий условных распределений целевой функции. Ответ: 1-а, 2-б, 3-в, 4-г.
<b>Д (открытого типа)</b>	
26	Моделью ... смешения описываются процессы, происходящие в цилиндрических аппаратах со сферическим дном в условиях больших скоростей перемешивания и при наличии отражающих перегородок. Ответ: <b>идеального</b> .

### 3.2 Кейс-задания

#### 3.2.1 ОПК-3 Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов

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

Номер вопроса а	Условие задачи (формулировка задания)
27	<p><b>Ситуация.</b> В аппарате требуется охладить от температуры <math>t_n = 90</math> до температуры <math>t_k = 50</math> жидкость массовым расходом <math>G = 9000</math> кг/ч с теплоёмкостью <math>c</math>. Начальная температура охлаждающей воды <math>t_1 = 18</math>, удельная теплоёмкость воды <math>c_b = 4190</math> Дж/(кг·К). Коэффициент теплопередачи <math>K = 270</math>.</p> <p><b>Задание:</b> Определить необходимую поверхность теплообмена и расход воды при прямотоке и противотоке. Описать схемы движения теплоносителей и определение среднего температурного напора.</p> <p><b>Ответ:</b> Определяем тепловую нагрузку аппарата</p> $Q = Gc(t_n - t_k) = \frac{9000}{3600} \cdot 2900 \cdot (90 - 50) = 290000 \text{ Вт.}$ <p>Задаваясь температурой воды на выходе из аппарата <math>t_2 = 40</math> °С, определим расход воды из уравнения теплового баланса</p> $Q = Wc_b(t_2 - t_1),$ <p>откуда</p> $W = \frac{Q}{c_b(t_2 - t_1)} \quad (1)$ <p>По формуле (1)</p> $W = \frac{290000}{4190(40 - 18)} = 3,1 \text{ кг/с.}$ <p>Рассчитаем средний температурный напор при прямотоке и противотоке.</p> <p>Прямоток:  <math>t_n = 90</math> °С <math>t_k = 50</math> °С  <math>t_1 = 18</math> °С <math>t_2 = 40</math> °С</p> $\Delta t_6 = 72$ °С ; $\Delta t_m = 10$ °С ; $\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m} = \frac{72}{10} = 7,2 > 2, \text{ тогда}$ $\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_m}{2,31g \frac{\Delta t_6}{\Delta t_m}} = \frac{72 - 10}{2,31g \frac{72}{10}} = 31,4 \text{ °С.}$ <p>Противоток:  <math>t_n = 90</math> °С <math>t_k = 50</math> °С</p>



	<p><math>t_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}</math> <math>t_1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}</math></p> <p><math>\Delta t_6 = 50 \text{ }^\circ\text{C}</math>; <math>\Delta t_m = 32 \text{ }^\circ\text{C}</math>;</p> <p><math>\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m} = \frac{50}{32} = 1,56 &lt; 2</math>, тогда <math>\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 + \Delta t_m}{2} = \frac{50 + 32}{2} = 41 \text{ }^\circ\text{C}</math>.</p> <p>Определим необходимую поверхность теплообмена при прямотоке и противотоке по формуле, вытекающей из основного уравнения теплопередачи</p> $F = \frac{Q}{\Delta t_{cp} K}, \quad (2)$ <p>где <math>Q</math> – тепловая нагрузка аппарата, Вт; <math>\Delta t_{cp}</math> – средний температурный напор, <math>^\circ\text{C}</math>; <math>K</math> – коэффициент теплопередачи, Вт/(<math>\text{м}^2 \cdot \text{K}</math>).</p> <p>По формуле (2):</p> <p>прямоток:</p> $F = \frac{290000}{31,4 \cdot 270} = 34,2 \text{ м}^2;$ <p>противоток:</p> $F = \frac{290000}{41 \cdot 270} = 26,2 \text{ м}^2.$ <p>Результаты расчёта показывают, что при противотоке обеспечивается большая средняя разность температур, а поверхность теплообмена при этом требуется меньшая.</p>
28	<p><b>Ситуация.</b> Требуется сконденсировать в кожухотрубчатом конденсаторе пары этилового спирта в количестве <math>G = 270 \text{ кг/ч}</math>, при атмосферном давлении, концентрацией 96,5 % мас. Спирт выходит при температуре конденсации. Охлаждающим агентом является вода, её начальная температура <math>t_n = 20 \text{ }^\circ\text{C}</math>, конечная – <math>t_k = 44 \text{ }^\circ\text{C}</math>. Коэффициент теплопередачи <math>K = 610</math>. <math>t_{\text{конд}} = 78,3 \text{ }^\circ\text{C}</math>, <math>r = 921,1 \text{ кДж/кг}</math> – удельная теплота конденсации паров этилового спирта при атмосферном давлении и концентрации спирта 96,5 % мас.</p> <p><b>Задание.</b> Определить, достаточен ли имеющийся латунный теплообменник, площадь поверхности заданного теплообменника <math>F_3 = 2,03 \text{ м}^2</math></p> <p><b>Ответ:</b></p> <p>Задача заключается в определении необходимой для конденсации <math>G</math> паров спирта площади теплообменника и сравнении её с заданной.</p> <p>Расчётная площадь поверхности теплообменника определяется из основного уравнения теплопередачи</p> <p>Тепловая нагрузка аппарата при использовании в качестве горячего теплоносителя пара определяется по формуле</p> $Q = Gr,$ <p>где <math>r = 921,1 \text{ кДж/кг}</math> – удельная теплота конденсации паров этилового спирта при атмосферном давлении и концентрации спирта 96,5 % мас. [13].</p> <p>По формуле (6)</p> $Q = 270 \cdot 921,1 / 3600 = 69,1 \text{ кВт}.$ <p>Определим средний температурный напор, выбрав температуру паров спирта при заданных условиях [6] <math>t_{\text{конд}} = 78,3 \text{ }^\circ\text{C}</math>.</p> <p><math>t_{\text{конд}} = 78,3 \text{ }^\circ\text{C}</math> пары спирта <math>t_{\text{конд}} = 78,3 \text{ }^\circ\text{C}</math></p> <p><math>t_k = 44 \text{ }^\circ\text{C}</math> вода <math>t_n = 20 \text{ }^\circ\text{C}</math></p> <p><math>\Delta t_6 = t_{\text{конд}} - t_n = 78,3 - 20 = 58,3 \text{ }^\circ\text{C}</math></p> <p><math>\Delta t_m = t_{\text{конд}} - t_k = 78,3 - 44 = 34,3 \text{ }^\circ\text{C}</math></p> <p>Отношение <math>\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m} = \frac{58,3}{34,3} = 1,7 &lt; 2</math>, тогда</p> $\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 + \Delta t_m}{2} = \frac{58,3 + 34,3}{2} = 46,3 \text{ }^\circ\text{C}.$ <p>Определим площадь поверхности теплообменника по формуле (2).</p>

	$F_{\text{расч}} = \frac{69,1 \cdot 10^3}{610 \cdot 46,3} = 2,45 \text{ м}^2.$ <p>Таким образом, площадь поверхности заданного теплообменника <math>F_s = 2,03 \text{ м}^2</math> меньше необходимой площади <math>F = 2,45 \text{ м}^2</math>, т. е. заданный аппарат недостаточен для конденсации 270 кг/ч паров спирта.</p>
29	<p><b>Ситуация.</b> Для осуществления технологического процесса было предложено два варианта трубопровода разного диаметра. Вариант первый предполагает использование труб большего диаметра, что подразумевает большие капитальные затраты <math>Ск1 = 200000</math> руб., однако ежегодные затраты будут меньше и составят <math>Се1 = 30000</math> руб. Для второго варианта выбраны трубы меньшего диаметра, что снижает капитальные затраты <math>Ск2 = 160000</math> руб., но увеличивает затраты на ежегодное техническое обслуживание до <math>Се2 = 36000</math> руб. Оба варианта рассчитаны на <math>n = 10</math> лет эксплуатации.</p> <p><b>Задание.</b> Необходимо определить наиболее экономическое выгодное решение</p> <p><b>Ответ:</b> Очевидно, что второй вариант более выгоден за счет меньших капитальных затрат, однако в первом случае есть преимущество за счет меньших текущих затрат. Воспользуемся формулой для определения срока окупаемости дополнительных капитальных затрат за счет экономии на обслуживании: <math>no = (Ск1 - Ск2) / (Се2 - Се1) = (200000 - 160000) / (35000 - 30000) = 8</math> лет. Отсюда следует, что при сроке эксплуатации до 8 лет экономическое преимущество будет на стороне второго варианта за счет меньших капитальных затрат, однако общие суммарные затраты обоих проектов сравняются на 8-й год эксплуатации, и дальше более выгодным окажется первый вариант. 31 Поскольку планируется эксплуатировать трубопровод в течение 10 лет, то преимущество стоит отдать первому варианту.</p>
30	<p><b>Ситуация:</b> Дан трубопровод диаметром 0,2 м, по которому движется поток воды с расходом <math>90 \text{ м}^3/\text{ч}</math>. Температура воды равна <math>t = 20 \text{ }^\circ\text{C}</math>, при которой динамическая вязкость составляет <math>1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}</math>, а плотность <math>998 \text{ кг}/\text{м}^3</math>.</p> <p>Исходные данные: <math>d = 0,2 \text{ м}</math>; <math>Q = 90 \text{ м}^3/\text{ч}</math>; <math>\mu = 1 \cdot 10^{-3}</math>; <math>\rho = 998 \text{ кг}/\text{м}^3</math>.</p> <p><b>Задание.</b> Необходимо установить режим течения воды в трубе.</p> <p><b>Ответ:</b> Режим течения может быть определен по значению критерия Рейнольдса (<math>Re</math>), для расчета которого предварительно необходимо определить скорость потока воды в трубе (<math>v</math>). Величину <math>v</math> можно рассчитать из уравнения расхода для трубы круглого сечения: <math>Q = v \cdot (\pi \cdot d^2) / 4</math>, откуда <math>v = Q \cdot 4 / (\pi \cdot d^2) = [90 / 3600] \cdot [4 / (\pi \cdot 0,2^2)] = 0,8 \text{ м}/\text{с}</math>. Используя найденное значение скорости потока, рассчитаем для него значение критерия Рейнольдса: <math>Re = (\rho \cdot v \cdot d) / \mu = (998 \cdot 0,8 \cdot 0,2) / (1 \cdot 10^{-3}) = 159680</math>. Критическое значение критерия Рейнольдса <math>Re_{кр}</math> для труб круглого сечения равняется 2300. Полученное значение критерия больше критического значения (<math>159680 &gt; 2300</math>), следовательно, режим потока турбулентный.</p>

**3.1.2ПКв-5 Способен использовать информационные технологии и математическое моделирование в процессе производства продуктов питания из растительного сырья на автоматизированных технологических линиях**

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

Номер вопроса	Условие задачи (формулировка задания)
31	<p><b>Ситуация.</b> Характер течения среды в трубопроводе и при обтекании препятствий способен сильно отличаться от жидкости к жидкости. Одним из важных показателей является вязкость среды, характеризующаяся таким параметром, как коэффициент вязкости. Ирландский инженер-физик Осборн Рейнольдс провел серию опытов в 1880 г., по результатам которых ему удалось вывести безразмерную величину, характеризующую характер потока вязкой жидкости, названную критерием Рейнольдса и обозначаемую <math>Re</math>.</p> <p><b>Задание.</b> Описать критерий Рейнольдса и возможность его использования в процессе моделирования.</p> <p><b>Ответ:</b> <math>Re = (v \cdot L \cdot \rho) / \mu</math>, где <math>\rho</math> — плотность жидкости, <math>\text{кг}/\text{м}^3</math>; <math>v</math> — скорость потока, <math>\text{м}/\text{с}</math>; <math>L</math> — характерная длина элемента потока, <math>\text{м}</math>; <math>\mu</math> — динамический коэффициент вязкости, <math>\text{Па} \cdot \text{с}</math>. То есть критерий Рейнольдса характеризует отношение сил инерции к силам вязкого трения в потоке жидкости. Изменение значения этого критерия отображает изменение соотношения этих типов сил, что, в свою очередь, влияет на характер потока жидкости. В связи с этим принято выделять три режима потока в зависимости от значения критерия Рейнольдса. При <math>Re &lt; Re_{4000}</math> наблюдается уже устойчивый режим, характеризуемый</p>

	<p>беспорядочным изменением скорости и направления потока в каждой отдельной его точке, что в сумме дает выравнивание скоростей потока по всему объему. Такой режим называется турбулентным. Число Рейнольдса зависит от задаваемого насосом напора, вязкости среды при рабочей температуре, а также размерами и формой сечения трубы, через которую проходит поток. Критерий Рейнольдса является критерием подобия для течения вязкой жидкости.</p> <p>То есть с его помощью возможно моделирование реального процесса в уменьшенном размере, удобном для изучения. Это крайне важно, поскольку зачастую бывает крайне сложно, а иногда и вовсе невозможно изучать характер потоков жидкости в реальных аппаратах из-за их большого размера</p>
--	--

### 3.3 Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)

#### **ОПК-3 Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов**

Номер вопроса	Текст вопроса
32	Местные сопротивления. Гидравлическое сопротивление типовых тепло- и массообменных аппаратов
33	Классификация гидромашин для транспортировки жидкостей и газов.
34	Основные параметры работы насосов. Характеристики насосов.
35	Насосные установки. Характеристика сети. Рабочая точка насоса.
36	Регулирование работы динамического насоса на сеть.
37	Устройство, принцип работы, области применения динамических и объемных насосов.
38	Устройство центробежного вентилятора. Роль «улитки», конфузора, диффузора.
39	Рабочие характеристики вентиляторов. Рабочая точка.
40	Мощность двигателя и КПД вентиляторной установки.
41	Зависимость режима работы вентилятора от числа оборотов.
42	Измельчение твердых материалов. Дробилки для крупного и тонкого измельчения.
43	Измельчение твердых материалов. Сортирование и смешение твердых материалов.
44	Расчет скорости свободного и стесненного осаждения частиц в гравитационном поле. Конструкции отстойников. Определение основных размеров.
45	Расчет гидравлического сопротивления слоя. Расчет скорости псевдоожижения, витания и уноса. Однородное и неоднородное псевдоожижение. Пневмо- и гидротранспорт зернистого твердого сырья.
46	Фильтрация суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах при производстве продуктов питания. Фильтрующие перегородки. Сжимаемые и несжимаемые осадки.
47	Классификация и основные типы фильтровальной аппаратуры, используемой для производства продуктов питания. Фильтры периодического и непрерывного действия для разделения суспензий.
48	Оптимизация продолжительности цикла фильтрования, фильтры для очистки газов от пылей. Основы расчета фильтров периодического и непрерывного действия.
49	Центрифуги фильтрующие и отстойные периодического и непрерывного действия. Сепараторы. Основы расчета осадительных центрифуг. Основы расчета фильтрующих центрифуг. Мокрая очистка газов. Электрофильтры
50	Интенсивность и эффективность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Гидродинамические структуры потока в аппаратах с механическим перемешиванием.
51	Теплообменные аппараты. Классификация и конструкции основных поверхностных теплообменников. Конструкции смесительных теплообменников. Схема расчета теплообменников.
52	Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки.
53	Оптимальное число корпусов. Распределение полезной разности температур по корпусам. Конструкции выпарных аппаратов и их классификация.
54	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.
55	Аппараты со ступенчатым контактом фаз (тарельчатые). Степень изменения концентрации (теоретическая тарелка). Кинетическая кривая. Графоаналитический расчет числа тарелок. Коэффициент полезного действия колонного аппарата. Расчет диаметра аппаратов. Пути интенсификации массообменных процессов.
56	Пути интенсификации массообменных процессов. Десорбция и способы ее проведения. Абсорберы. Их классификация.
57	Классификация ректификационных аппаратов и их расчет.
58	Влияние условной кристаллизации на качественные характеристики кристаллов. Основные конструктивные типы кристаллизаторов. Пути интенсификации процесса.
59	Классификация и конструкции конвективных сушилок. Распылительные сушилки.
60	Контактная сушка. Специальные методы сушки. Сублимационная сушка. Сушка инфракрасными лучами. Сушка токами высокой частоты

61	Экспериментальное определение сопротивления зернистых слоев. Схема лабораторной установки, порядок проведения эксперимента.
62	Примеры практического использования неподвижных и взвешенных зернистых слоев.
63	Факторы, влияющие на скорость осаждения. Методы интенсификации процесса осаждения.
64	Формула производительности отстойников. Расчет отстойников.
65	Конструкции отстойников.
66	Типы фильтровальных перегородок и требования, предъявляемые к материалам фильтрованных перегородок.
67	Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкости.
68	Уравнения движения реальной и идеальной жидкостей.

**ПКв-5 Способен использовать информационные технологии и математическое моделирование в процессе производства продуктов питания из растительного сырья на автоматизированных технологических линиях**

Номер вопроса	Текст вопроса
69	Методы анализа процессов пищевых производств
70	Методы моделирования процессов пищевых производств
71	Программное обеспечение моделирования процессов пищевых производств.
72	Теоремы подобия.
73	Критерии подобия. Критериальные уравнения.

**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. Матрица соответствия результатов обучения, показателей, критерием и шкал оценки

Результаты обучения (на основе обобщённых компетенций)	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценки	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценки	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<b>ОПК-3 Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов</b>					
знать технологические процессы и современное технологическое оборудование для решения профессиональных задач по переработке растительного сырья	Тест	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 50% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
уметь анализировать и интенсифицировать технологические процессы по переработке растительного сырья и эксплуатировать современное технологическое оборудование по	Тест	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 50% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	удовлетворительно	Освоена (базовый)

переработке растительного сырья			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Владеть</b> навыками анализа и интенсификации технологических процессов по переработке растительного сырья, навыками эксплуатации и подбора технологического оборудования по переработке растительного сырья.	Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)	владение навыками анализа и интенсификации технологических процессов по переработке растительного сырья, навыками эксплуатации и подбора технологического оборудования по переработке растительного сырья.	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>ПКв-5 Способен организовывать и проводить работы по разработке прогрессивных технологий и новых видов продуктов питания из растительного сырья и управлять ими</b>					
<b>Знать</b> информационные технологии в профессионально-ориентированных информационных системах производства продуктов питания	Тест	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
<b>Уметь</b> использовать информационные технологии	Тест	Результат тестирования	менее 50% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
			50% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый,

сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентирован	Кейс-задание	Содержание решения	менее 50% правильных ответов	Не зачтено	повышенный) Не освоена (недостаточный)
			обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	не зачтено	Не освоена (недостаточный)
Владеть навыками использования информационных технологий сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства продуктов питания	Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)	владение навыками анализа и интенсификации технологических процессов по переработке растительного сырья, навыками эксплуатации и подбора технологического оборудования по переработке растительного сырья.	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)

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-3	Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	<i>ИД1<sub>опк-3</sub> - Анализирует технологический процесс и подбирает технологическое оборудование для решения профессиональных задач</i>
ПКВ-5	Способен использовать информационные технологии и математическое моделирование в процессе производства продуктов питания из растительного сырья на автоматизированных технологических линиях	<i>ИД-1<sub>пкв-5</sub> - Использовать информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства продуктов питания</i>

**Содержание разделов дисциплины.***Введение. Методы анализа и моделирования.* Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья. Общие принципы анализа и расчета процессов и оборудования: материальный и энергетический балансы, интенсивность, эффективность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление переносу. Методы анализа и моделирования процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья. *Цифровизация производственного сектора, профессионально-ориентированные информационные системы и программные продукты.* Национальная программа «Цифровая экономика». Понятия цифровой экономики и цифрового производства. Сквозные технологии и области их применения в производстве продуктов питания: большие данные и методы их обработки; машинное обучение, искусственный интеллект; дополненная и виртуальная реальность; робототехника; блокчейн. Программные продукты: проект Copudrum (машинное обучение для прогнозирования технического обслуживания, контроля качества сырья и продукции, оптимизации производственных процессов за счет тонкой настройки оборудования); Цифровой рабочий (FieldBit); VR-комнаты VR Concept; роботы RoboCV; платформа управления Cyberphysics. Программные продукты: LabVIEW (сбори обработка данных, управление техническими объектами и технологическими процессами); Компас 3D– цифровая имитация технологических объектов и процессов). *Гидростатика.* Основные свойства жидких технологических сред при производстве продуктов питания из растительного сырья. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения при проведении основных процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья. Сила давления. Относительный покой жидкости в основных процессах, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья. *Элементы гидродинамики.* Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкостей в основных процессах производства продуктов питания из растительного сырья. Уравнения движения. Уравнения энергии. Основы теории подобия. Гидродинамические режимы движения пищевых вязких технологических сред: ламинарный и турбулентный. Характер и виды потерь энергии при движении жидких сред в производстве продуктов питания из растительного сырья: потери по длине; местные потери. Гидравлическое сопротивление типового тепло- и массообменного оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья. *Гидравлические процессы.* Классификация гидромашин для транспортировки технологических сред при производстве продуктов питания из растительного сырья. Основные параметры работы насосов и их характеристики. Прогрессивные методы подбора насосов, эксплуатация насосных установок при производстве продуктов питания из растительного сырья. Регулирование работы насосных установок. *Механические процессы и оборудование.* Измельчение твердых материалов. Методика расчета расхода энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения растительного сырья. Сортирование и смешение твердого растительного сырья. Прогрессивные методы подбора и эксплуатации технологического оборудования для реализации механических процессов при производстве продуктов питания из растительного сырья. *Гидромеханические процессы и оборудование.* Роль гидромеханических процессов в производстве продуктов питания из растительного сырья. Классификация гидромеханических процессов. Сопротивление движению тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Процесс отстаивания в производстве продуктов питания из растительного сырья. Анализ и способы интенсификации процесса отстаивания. Расчет и прогрессивные методы подбора и эксплуатации



отстойников. Движение жидкостей через зернистые и пористые слои. Применение зернистых слоев при производстве продуктов питания из растительного сырья. Фильтрация суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах при производстве продуктов питания из растительного сырья. Анализ и способы интенсификации процесса фильтрации. Методика расчета, методы подбора и эксплуатации фильтровального оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья. Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Анализ и способы интенсификации процесса центрифугирования. Методика расчета, методы подбора и эксплуатации центрифуг при производстве продуктов питания из растительного сырья. Разделение неоднородных сред в циклонах. Перемешивание. Интенсивность и эффективность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание. Анализ и способы интенсификации процесса перемешивания. Конструкции мешалок, используемых при производстве продуктов питания из растительного сырья. Прогрессивные методы подбора и эксплуатации перемешивающих устройств. Пневматическое, циркуляционное и другие виды перемешивания, применяемые в процессах производства продуктов питания из растительного сырья. *Тепловые процессы и оборудование.* 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 технологическом оборудовании при переработке растительного сырья. Анализ и способы интенсификации теплообменных процессов. Схема расчета, прогрессивные способы подбора и эксплуатации теплообменного оборудования для производства продуктов питания из растительного сырья. *Выпаривание:* физическая сущность, методы проведения процесса. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки, используемые в производстве продуктов питания из растительного сырья: методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации. Сущность и преимущества многократного выпаривания. Анализ и способы интенсификации процесса выпаривания. *Массообменные процессы и оборудование.* Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз при производстве продуктов питания из растительного сырья: 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. Методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации абсорберов и жидкостных экстракторов. Особенности массопередачи в системах с твердой фазой: механизмы переноса в твердых телах (растительном сырье), нестационарность массопереноса в твердых телах, способы массопередачи в системах с твердой фазой, непрерывный и ступенчатый контакт фаз. Методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации адсорберов и экстракторов. *Общая характеристика процессов кристаллизации из растворов и расплавов при производстве продуктов питания из растительного сырья:* материальный и тепловой балансы кристаллизатора; кинетика процесса; скорость роста кристаллов; диффузионное сопротивление и сопротивление, обусловленное кристаллохимической реакцией на поверхности; движущая сила процесса; анализ процесса и пути интенсификации. Методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации кристаллизаторов при производстве продуктов питания из растительного сырья. *Процесс конвективной сушки при производстве продуктов питания из растительного сырья:* общая характеристика процесса; общая схема сушилки; материальный и тепловой балансы; действительная и теоретическая сушилки; кинетика процесса. *Формы связи влаги с растительным сырьем и продуктами питания из растительного сырья.* Движущая сила процесса. Критическая и равновесная влажность материала. Кривые кинетики сушки. Анализ и способы интенсификации процесса сушки. Классификация сушилок, методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации сушилок при производстве продуктов питания из растительного сырья.