

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

УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

«30» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы и аппараты

Направление подготовки

19.03.03 Продукты питания животного происхождения

Направленность (профиль)

Технологии продуктов животного происхождения

Квалификация выпускника

бакалавр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Процессы и аппараты» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности: *22 Пищевая промышленность, включая производство напитков и табака (в сфере технологий комплексной переработки мясного и молочного сырья)*.

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующего типа: *научно-исследовательский; производственно-технологический; организационно-управленческий; проектный*.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения.

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	ИД1 _{опк-3} – Использует знания инженерных процессов при решении профессиональных задач в области реализации и совершенствования технологий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{опк-3} – Использует знания инженерных процессов при решении профессиональных задач в области реализации и совершенствования технологий	Знает: инженерные процессы при решении профессиональных задач в области реализации и совершенствования технологий продуктов животного происхождения
	Умеет: интенсифицировать процессы при решении профессиональных задач и эксплуатировать современное технологическое оборудование в области технологий продуктов животного происхождения
	Владеет: знаниями инженерных процессов при решении профессиональных задач в области реализации и совершенствования технологий

3. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО/СПО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений модуля «Общеобразовательный» Блока 1 ООП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин «Математика», «Физика», «Компьютерная и инженерная графика», «Автоматизированные системы управления технологическими процессами», «Информационные системы и технологии управления технологическими процессами».

Дисциплина является предшествующей для изучения дисциплин: «Технологическое оборудование отрасли», «Проектирование предприятий отрасл», «Технология продуктов животного происхождения».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч	
		4 семестр	5 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	252	108	144
Контактная работа , в т.ч. аудиторные занятия:	153,35	73,9	79,45
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>	-	-	-
Консультации текущие	4,05	1,8	2,25
Консультации перед экзаменом	2		2
Вид аттестации (зачет/экзамен)	0,3	0,1	0,2
Самостоятельная работа:	64,85	34,1	30,75
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	37,85	22,1	15,75
Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	27	12	15
Подготовка к экзамену (контроль)	33,8		33,8

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 животного происхождения. 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 животного происхождения.	6
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 животного происхождения: 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 животного происхождения, 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 животного происхождения. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения при проведении основных процессов, происходящих при производстве продуктов питания животного происхождения. Сила давления. Относительный	12

		покой жидкости в основных процессах, происходящих при производстве продуктов питания животного происхождения.	
4	Элементы гидродинамики	Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкостей в основных процессах производства продуктов питания животного происхождения. 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 животного происхождения: потери по длине; местные потери. Гидравлическое сопротивление типового тепло- и массообменного оборудования при производстве продуктов питания животного происхождения.	38
5	Гидравлические процессы	Классификация гидромашин для транспортировки технологических сред при производстве продуктов питания животного происхождения. Основные параметры работы насосов и их характеристики. Прогрессивные методы подбора насосов, эксплуатация насосных установок при производстве продуктов питания животного происхождения. Регулирование работы насосных установок.	35,1
		<i>Консультации текущие</i>	1,8
		<i>Вид аттестации (зачет/экзамен)</i>	0,1
5 семестр			
6	Механические процессы и оборудование	Измельчение твердых материалов. Методика расчета расхода энергии. Измельчение для крупных и тонких продуктов животного происхождения. Сортирование и смешение твердого животного сырья. Прогрессивные методы подбора и эксплуатации технологического оборудования для реализации механических процессов при производстве продуктов питания животного происхождения.	8,15
7	Гидромеханические процессы и оборудование	Роль гидромеханических процессов в производстве продуктов питания животного происхождения. Классификация гидромеханических процессов. Сопротивление движению тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Процесс отстаивания в производстве продуктов питания животного происхождения. 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 животного происхождения. Фильтрация суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах при производстве продуктов животного происхождения. Анализ и способы интенсификации процесса фильтрации. Методика расчета, методы подбора и эксплуатации фильтровального оборудования при производстве продуктов питания животного происхождения. Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Анализ и способы интенсификации процесса центрифугирования. Методика расчета, методы подбора и эксплуатации центрифуг при производстве продуктов питания животного происхождения. 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 животного происхождения. Прогрессивные методы подбора и эксплуатации перемешивающих устройств. Пневматическое, циркуляционное и другие виды перемешивания, применяемые в процессах производства продуктов питания животного происхождения.	24,2
8	Тепловые процессы и оборудование	Значение процессов теплообмена при переработке животного 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 тем-	28,2

		<p>пературах теплоносителей. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологическом оборудовании по переработке животного сырья. Анализ и способы интенсификации тепловых процессов. Схема расчета, прогрессивные способы подбора и эксплуатации теплообменного оборудования для производства продуктов питания животного происхождения.</p> <p>Выпаривание: физическая сущность, методы проведения процесса. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки, используемые в производстве продуктов питания из животного сырья: методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации. Сущность и преимущества многократного выпаривания. Анализ и способы интенсификации процесса выпаривания.</p>	
9	Массообменные процессы и оборудование	<p>Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз при производстве продуктов питания животного происхождения: 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 (животное 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 животного 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 животного происхождения. Процесс конвективной сушки при производстве продуктов питания животного происхождения: общая характеристика процесса; общая схема сушилки; материальный и тепловой балансы; действительная и теоретическая сушилки; кинетика процесса. Формы связи влаги с животным сырьем и продуктами питания животного происхождения. 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 животного происхождения.</p>	43,2
		<i>Консультации текущие</i>	2,25
		<i>Консультации перед экзаменом</i>	2,0
		<i>Вид аттестации (зачет/экзамен)</i>	0,2
		<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	33,8

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	ЛР, ак. ч	СРО, ак.ч
4 семестр				
1.	Введение. Методы анализа и моделирования.	4		4,4
2	Цифровизация производственного сектора, профессионально-ориентированные информационные системы и программные продукты	6	4	7,4

3	Гидростатика	4	4	7,4
4	Элементы гидродинамики	12	16	7,7
5	Гидравлические процессы	10	12	7,5
	<i>Консультации текущие</i>		1,8	
	<i>Вид аттестации (зачет/экзамен)</i>		0,1	
5 семестр				
6	Механические процессы	6		7,5
7	Гидромеханические процессы и аппараты	10	12	7,75
8	Тепловые процессы и аппараты	12	4	7,75
9	Массообменные процессы и аппараты	17	14	7,75
	<i>Консультации текущие</i>		2,25	
	<i>Консультации перед экзаменом</i>		2,0	
	<i>Вид аттестации (зачет/экзамен)</i>		0,2	
	<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>		33,8	

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 животного происхождения. 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 животного происхождения.	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 животного происхождения: 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 животного происхождения. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения при проведении основных процессов, происходящих при производстве продуктов питания животного происхождения. Сила давления. Относительный покой жидкости в основных процессах, происходящих при производстве продуктов питания животного происхождения.	4
4.	Элементы гидродинамики	Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкостей в основных процессах производства продуктов питания животного происхождения. 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 животного происхождения: потери по длине; местные потери.	12

		Гидравлическое сопротивление типового тепло- и массообменного оборудования при производстве продуктов питания животного происхождения.	
5.	Гидравлические процессы	Классификация гидромашин для транспортировки технологических сред при производстве продуктов питания животного происхождения. Основные параметры работы насосов и их характеристики. Прогрессивные методы подбора насосов, эксплуатация насосных установок при производстве продуктов питания животного происхождения. Регулирование работы насосных установок	10
5 семестр			
6.	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Методика расчета расхода энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения продуктов питания животного происхождения. Сортирование и смешение твердого продуктов питания животного происхождения. Прогрессивные методы подбора и эксплуатации технологического оборудования для реализации механических процессов при производстве продуктов питания продуктов питания животного происхождения.	6
7.	Гидромеханические процессы и оборудование	Роль гидромеханических процессов в производстве продуктов питания животного происхождения. Классификация гидромеханических процессов. Сопротивление движению тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Процесс отстаивания в производстве продуктов питания животного происхождения. 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 животного происхождения. Фильтрование суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах при производстве продуктов питания животного происхождения. Анализ и способы интенсификации процесса фильтрования. Методика расчета, методы подбора и эксплуатации фильтровального оборудования при производстве продуктов питания животного происхождения. Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Анализ и способы интенсификации процесса центрифугирования. Методика расчета, методы подбора и эксплуатации центрифуг при производстве продуктов питания животного происхождения. 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 животного происхождения. Прогрессивные методы подбора и эксплуатации перемешивающих устройств. Пневматическое, циркуляционное и другие виды перемешивания, применяемые в процессах производства продуктов животного происхождения.	10
8.	Тепловые процессы и оборудование	Значение процессов теплообмена при переработке животного 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 продуктов животного происхождения. Анализ и способы интенсификации тепловых процессов. Схема расчета, прогрессивные способы подбора и эксплуатации теплообменного оборудования для производства продуктов питания животного происхождения. Выпаривание: физическая сущность, методы проведения процесса. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки, используемые в произ-	12

		водстве продуктов питания животного происхождения: методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации. Сущность и преимущества многократного выпаривания. Анализ и способы интенсификации процесса выпаривания.	
9.	Массообменные процессы и оборудование	Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз при производстве продуктов питания животного происхождения: 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 (продуктах животного происхождения), нестационарность массопереноса в твердых телах, способы массопередачи в системах с твердой фазой, непрерывный и ступенчатый контакт фаз. кристаллизации из растворов и расплавов при производстве продуктов питания животного происхождения: 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 животного происхождения. Процесс конвективной сушки при производстве продуктов питания животного происхождения: общая характеристика процесса; общая схема сушилки; материальный и тепловой балансы; действительная и теоретическая сушилки; кинетика процесса. Формы связи влаги с сырьем животного происхождения и продуктами питания животного происхождения. 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 животного происхождения.	17

5.2.2 Практические занятия *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 жидкости в равномерно вращающемся вокруг вертикальной 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
		Испытание 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 оседания	4
		Определение констант процесса фильтрования	4
8.	Тепловые процессы и аппараты и оборудование	Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»	4
9.	Массообменные процессы и аппараты 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.	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	4,4
2.	Цифровизация производственного сектора, профессионально-ориентированные информационные системы и программные продукты	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	4,4 3
3.	Гидростатика	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	4,4
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	3
4.	Элементы гидродинамики	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	4,4
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	3
5.	Гидравлические процессы	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	4,5
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	3
5 семестр			
6.	Механические процессы и оборудование	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	4
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	3,5
7.	Гидромеханические процессы и оборудование	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	4
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	3,75
8.	Тепловые процессы и оборудование	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	4
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	3,75
9.	Массообменные процессы и оборудование	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	3,75
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	3,75

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

6.1 Основная литература

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. 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: <https://e.lanbook.com/book/5820>

Пелевина, Л. Ф. Процессы и аппараты : учебник / Л. Ф. Пелевина, Н. И. Пилипенко. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-4617-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131013>

6.2 Дополнительная литература

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>

Кудрин, А. В. Использование программной среды labview для автоматизации проведения физических экспериментов : учебно-методическое пособие / А. В. Кудрин. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2014. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153065>

Баранов, Д.А. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.А. Баранов. — Электрон. Дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 408 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98234>

Савельев, Ю. А. Графические вычисления на основе редактора «Компас-3D» : учебное пособие / Ю. А. Савельев ; под редакцией Ю. А. Савельева, Д. Г. Неволлина. — Екатеринбург : 2019. — 196 с. — ISBN 978-5-94614-441-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/170418>

Расчет и проектирование аппаратов для механических и гидромеханических процессов : учебное пособие / А. Н. Остриков, В. Н. Василенко, Л. Н. Фролова, А. В. Терехина. — Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2018. — 360 с. — ISBN 978-5-9909159-9-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10581>

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

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. - URL: <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. Элек-

трон. дан. Санкт-Петербург: Лань, 2018. 352 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105992>

Расчет и проектирование аппаратов для механических и гидромеханических процессов [Текст] : учебное пособие по курсовому проектированию по дисциплине "Процессы и аппараты" / А. Н. Остриков [и др.]. - СПб. : Троицкий мост, 2018. - 360 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105819>

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>

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

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

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных 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», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры», «Интернет-экзамен» и пр. (указать средства, необходимы для реализации дисциплины).

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение:

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
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. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
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. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License, Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
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

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

Учебная аудитория для проведения учебных занятий №111	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 для проведения учебных занятий №115	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», «Нормальное испытание центробежного насоса», «Стенд Бернулли». Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.
Учебная аудитория для проведения учебных занятий №117	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.

Учебная аудитория (помещение для самостоятельной работы обучающихся)

№211(47)	Преобразователь давления измерительный АИР; весы ВСП-0,2/0,1-1. Компьютер Pentium III 2500, Монитор 17 LG Philips; Принтер HP Laser Jet – 1300
-----------------	--

Дополнительно, самостоятельная работа обучающихся, может осуществляться при использовании:

Читальные залы ресурсного центра	Компьютеры со свободным доступом в сеть Интернет и Электронными библиотечными и информационно справочными системами.
---	--

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

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины (модуля) включают:

- 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)** в виде приложения.

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

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч	
		2 курс 4 семестр	3 курс 5 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	252	108	144
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	25,4	13,8	11,6
Лекции	10	6	4
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Практические/лабораторные занятия	10	6	4
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Консультации текущие	1,5	0,9	0,6
Проведение консультаций перед экзаменом	2	-	2
Рецензирование контрольных работ обучающихся-заочников	1,6	0,8	0,8
Виды аттестации (зачет/экзамен)	0,3	0,1	0,2
Самостоятельная работа:	215,9	90,3	125,6
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	185,5	75,1	110,4
Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	12	6	6
Другие виды самостоятельной работы	18,4	9,2	9,2
Подготовка к зачету/экзамену (контроль)	10,7	3,9	6,8

**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	ИД1 _{опк-3} – Использует знания инженерных процессов при решении профессиональных задач в области реализации и совершенствования технологий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{опк-3} – Использует знания инженерных процессов при решении профессиональных задач в области реализации и совершенствования технологий	Знает: инженерные процессы при решении профессиональных задач в области реализации и совершенствования технологий продуктов животного происхождения
	Умеет: интенсифицировать процессы при решении профессиональных задач и эксплуатировать современное технологическое оборудование в области технологий продуктов животного происхождения
	Владеет: знаниями инженерных процессов при решении профессиональных задач в области реализации и совершенствования технологий

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 Методы анализа и моделирования.	ОПК-3	Тест	1, 2, 3, 6,10,13, 17,26	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы к зачету)	69-70	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			Кейс-задание	31	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
2	Цифровизация производственного сектора, профессионально-ориентированные информационные системы и программные продукты	ОПК-3	Тест	6,7,10,12, 13,17,26	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы к зачету, экзамену, защите лабораторных работ, аналитический обзор)	71-73	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Кейс-задание	31	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»

3	Гидростатика.	ОПК-3	Собеседование (вопросы для зачета, задания для лабораторной работы)	29, 32, 45	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
4	Элементы гидродинамики	ОПК-3	Тест	2, 3, 7, 8, 10, 12	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (задания для лабораторной работы)	32	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			Кейс-задание	30, 67-68	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
5	Гидравлические процессы	ОПК-3	Тест	3, 10, 15	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для зачета, задания для лабораторной работы)	32, 33-41	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Кейс-задание	30	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
6	Механические процессы и оборудование	ОПК-3	Тест	24-25	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для экзамена)	42-43	Проверка преподавателем Отметка в системе 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
7	Гидромеханические процессы и оборудование	ОПК-3	Тест	12, 14, 21, 25	Компьютерное тестирование Процентная шкала.0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для экзамена)	51-53	Проверка преподавателем Отметка в системе 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседова-	51-53	Компьютерное тестирование

			ние (задания для лабораторной работы)		Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Кейс-задание	27-28	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
8	Тепловые процессы и оборудование	ОПК-3	Тест	4, 16, 19	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для экзамена)	51-53	Проверка преподавателем Отметка в системе 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (задания для лабораторной работы)	51-53	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Кейс-задание	27-28	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
9	Массообменные процессы и оборудование	ОПК-3	Тест	4, 5, 8, 9, 20, 22, 23	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для экзамена)	32, 54-60	Проверка преподавателем Отметка в системе 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (задания для лабораторной работы)	32, 54-60	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.

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 программы

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине применяется бально-рейтинговая система оценки сформированности компетенций студента.

Бально-рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий и контроля самостоятельной работы. Показателями ОМ являются: текущий опрос в виде собеседования на лабораторных работах,

практических занятиях, тестовые задания в виде решения контрольных работ на практических работах и самостоятельно (домашняя контрольная работа) и сдачи курсовой работы по предложенной преподавателем теме. Оценки выставляются в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости студентов в автоматизированную систему баз данных (АСУБД) «Рейтинг студентов».

Обучающийся, набравший в семестре более 60 % от максимально возможной бально-рейтинговой оценки работы в семестре получает зачет автоматически.

Студент, набравший за текущую работу в семестре менее 60 %, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на зачет.

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета). Зачет проводится в виде тестового задания.

Каждый вариант теста включает 15 контрольных заданий, из них:

- 5 контрольных заданий на проверку знаний;
- 5 контрольных заданий на проверку умений;
- 5 контрольных заданий на проверку навыков;

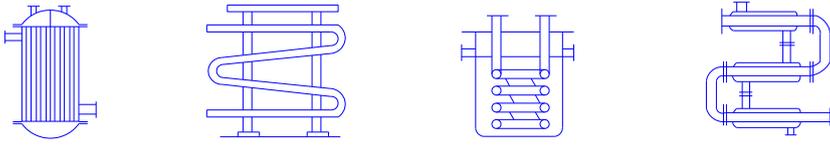
В случае неудовлетворительной сдачи зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем зачете не учитывается.

3.1 Тесты (тестовые задания)

3.1.1 Шифр и наименование компетенции

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
А (на выбор одного правильного ответа)	
1	Идеальной жидкостью называется а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение; 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 а) открытым сечением; б) живым сечением; в) полным сечением; г) площадь расхода.
3	Расход жидкости бывает: а) массовый; б) объемный; в) весовой; г) центробежный.
4	Вторичный пар, отбираемый из выпарной установки для других нужд, называется: а) греющим паром; б) экстра-паром; в) глухим паром.
5	Сушка материалов является а) тепловым процессом; б) диффузионным процессом; в) тепломассообменным процессом.
6	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.

	 <p>1 2 3 4</p> <p>а) кожухотрубчатый; б) оросительный; в) змеевиковый; г) типа «труба в трубе».</p> <p>Ответ: 1-а, 2-б, 3-в, 4-г</p>
17	<p>Установите соответствие между названием вида модели и ее описанием.</p> <p>а) модели словесные. б) модели графические. в) функциональные модели г) модели математические.</p> <p>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; А</p> <p>2. Рисунки, чертежи и блок–схемы содержат большой объем информации, но и они являются статическими моделями, оживающими только через восприятие их человеком; Б</p> <p>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. В</p> <p>4. Математическое моделирование является методом 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. Г</p>
Д (открытого типа)	
18	<p>... напора в местных сопротивлениях вычисляют по формуле Вейсбаха. Ответ: Потери.</p>
19	<p>Коэффициент ... характеризует скорость протекания процесса передачи теплоты от горячего теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку. Ответ: теплопередачи.</p>
20	<p>... - это процесс удаления влаги из материала путем ее испарения и отвода образующихся паров. Ответ: Сушка.</p>
21	<p>... - это система, состоящая из жидкости и взвешенных в ней твердых частиц. Ответ: суспензия.</p>
22	<p>... — это процесс разделения двойных или многокомпонентных смесей за счёт противоточного массообмена между паром и жидкостью. Ответ: Ректификация.</p>
23	<p>Движущей силой процесса ... является стремление системы к уменьшению поверхностного натяжения. Ответ: адсорбции.</p>
24	<p>В процессах получения суспензий эффективность ... характеризуется степенью равномерности распределения твердой фазы в объеме аппарата. Ответ: перемешивания.</p>
25	<p>Взвешенный слой за внешнее сходство с поведением обычной капельной жидкости (текучесть, способность принимать форму того сосуда, в который она помещена) называют Ответ: псевдооживленным.</p>
26	<p>Моделью ... смешения описываются процессы, происходящие в цилиндрических аппаратах со сферическим дном в условиях больших скоростей перемешивания и при наличии отражающих перегородок. Ответ: идеального.</p>

3.2 Кейс-задания

3.2.1 Шифр и наименование компетенции

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	Условие задачи (формулировка задания)
27	<p>Ситуация. В аппарате требуется охладить от температуры $t_n = 90$ до температуры $t_k = 50$ жидкость массовым расходом $G = 9000$ кг/ч с теплоёмкостью c. Начальная температура охлаждающей воды $t_1 = 18$, удельная теплоёмкость воды $c_b = 4190$ Дж/(кг·К). Коэффициент теплопередачи $K = 270$.</p> <p>Задание: Определить необходимую поверхность теплообмена и расход воды при прямотоке и противотоке. Описать схемы движения теплоносителей и определение среднего температурного напора.</p> <p>Ответ: 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 $t_2 = 40$ °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:</p> $t_n = 90 \text{ °С} \quad t_k = 50 \text{ °С}$ $t_1 = 18 \text{ °С} \quad t_2 = 40 \text{ °С}$ $\Delta t_6 = 72 \text{ °С}; \quad \Delta t_m = 10 \text{ °С};$ $\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m} = \frac{72}{10} = 7,2 > 2, \text{ тогда } \Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_m}{2,31g \frac{\Delta t_6}{\Delta t_m}} = \frac{72 - 10}{2,31g \frac{72}{10}} = 31,4 \text{ °С.}$ <p>Противоток:</p> $t_n = 90 \text{ °С} \quad t_k = 50 \text{ °С}$ $t_2 = 40 \text{ °С} \quad t_1 = 18 \text{ °С}$ $\Delta t_6 = 50 \text{ °С}; \quad \Delta t_m = 32 \text{ °С};$ $\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m} = \frac{50}{32} = 1,56 < 2, \text{ тогда } \Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 + \Delta t_m}{2} = \frac{50 + 32}{2} = 41 \text{ °С.}$ <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 Q – тепловая нагрузка аппарата, Вт; Δt_{cp} – средний температурный напор, °С; K – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К).</p> <p>По формуле (2): 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>Ситуация. Требуется сконденсировать в кожухотрубчатом конденсаторе пары этилового спирта в количестве $G = 270 \text{ кг/ч}$, при атмосферном давлении, концентрацией 96,5 % мас. Спирт выходит при температуре конденсации. Охлаждающим агентом является вода, её начальная температура $t_n = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, конечная – $t_k = 44 \text{ }^\circ\text{C}$. Коэффициент теплопередачи $K = 610$. $t_{\text{конд}} = 78,3 \text{ }^\circ\text{C}$, $r = 921,1 \text{ кДж/кг}$ – удельная теплота конденсации паров этилового спирта при атмосферном давлении и концентрации спирта 96,5 % мас.</p> <p>Задание. Определить, достаточен ли имеющийся латунный теплообменник, площадь поверхности заданного теплообменника $F_3 = 2,03 \text{ м}^2$</p> <p>Ответ: Задача заключается в определении необходимой для конденсации G паров спирта площади теплообменника и сравнении её с заданной. Расчётная площадь поверхности теплообменника определяется из основного уравнения теплопередачи Тепловая нагрузка аппарата при использовании в качестве горячего теплоносителя пара определяется по формуле $Q = Gr$, где $r = 921,1 \text{ кДж/кг}$ – удельная теплота конденсации паров этилового спирта при атмосферном давлении и концентрации спирта 96,5 % мас. [13]. По формуле (6) $Q = 270 \cdot 921,1 / 3600 = 69,1 \text{ кВт}$. Определим средний температурный напор, выбрав температуру паров спирта при заданных условиях [6] $t_{\text{конд}} = 78,3 \text{ }^\circ\text{C}$.</p> $t_{\text{конд}} = 78,3 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{пары спирта} \quad t_{\text{конд}} = 78,3 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_k = 44 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{вода} \quad t_n = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $\Delta t_6 = t_{\text{конд}} - t_n = 78,3 - 20 = 58,3 \text{ }^\circ\text{C}$ $\Delta t_m = t_{\text{конд}} - t_k = 78,3 - 44 = 34,3 \text{ }^\circ\text{C}$ <p>Отношение $\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m} = \frac{58,3}{34,3} = 1,7 < 2$, тогда</p> $\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_6 + \Delta t_m}{2} = \frac{58,3 + 34,3}{2} = 46,3 \text{ }^\circ\text{C}.$ <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 $F_3 = 2,03 \text{ м}^2$ меньше необходимой площади $F = 2,45 \text{ м}^2$, т. е. заданный аппарат недостаточен для конденсации 270 кг/ч паров спирта.</p>
29	<p>Ситуация. Для осуществления технологического процесса было предложено два варианта трубопровода разного диаметра. Вариант первый предполагает использование труб большего диаметра, что подразумевает большие капитальные затраты $Ск1 = 200000 \text{ руб.}$, однако ежегодные затраты будут меньше и составят $Се1 = 30000 \text{ руб.}$ Для второго варианта выбраны трубы меньшего диаметра, что снижает капитальные затраты $Ск2 = 160000 \text{ руб.}$, но увеличивает затраты на ежегодное техническое обслуживание до $Се2 = 36000 \text{ руб.}$ Оба варианта рассчитаны на $n = 10$ лет эксплуатации.</p> <p>Задание. Необходимо определить наиболее экономическое выгодное решение</p> <p>Ответ: 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 эконо-</p>

	<p>мии на обслуживание: $no = (Ck1-Ck2)/(Ce2-Ce1) = (200000-160000)/(35000-30000) = 8$ 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>Ситуация: Дан трубопровод диаметром 0,2 м, по которому движется поток воды с расходом $90 \text{ м}^3/\text{ч}$. Температура воды равна $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, при которой динамическая вязкость составляет $1 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, а плотность $998 \text{ кг}/\text{м}^3$.</p> <p>Исходные данные: $d = 0,2 \text{ м}$; $Q = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$; $\mu = 1 \cdot 10^{-3}$; $\rho = 998 \text{ кг}/\text{м}^3$.</p> <p>Задание. Необходимо установить режим течения воды в трубе.</p> <p>Ответ: Режим течения может быть определен по значению критерия Рейнольдса (Re), для расчета которого предварительно необходимо определить скорость потока воды в трубе (v). Величину v можно рассчитать из уравнения расхода для трубы круглого сечения: $Q = v \cdot (\pi \cdot d^2)/4$, откуда $v = Q \cdot 4/(\pi \cdot d^2) = [90/3600] \cdot [4/(3,14 \cdot 0,2^2)] = 0,8 \text{ м}/\text{с}$.</p> <p>Используя найденное значение скорости потока, рассчитаем для него значение критерия Рейнольдса: $Re = (\rho \cdot v \cdot d)/\mu = (998 \cdot 0,8 \cdot 0,2) / (1 \cdot 10^{-3}) = 159680$.</p> <p>Критическое значение критерия Рейнольдса $Re_{кр}$ для труб круглого сечения равняется 2300. Полученное значение критерия больше критического значения ($159680 > 2300$), следовательно, режим потока турбулентный.</p>
31	<p>Ситуация. 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 Re.</p> <p>Задание. Описать критерий Рейнольдса и возможность его использования в процессе моделирования.</p> <p>Ответ: $Re = (v \cdot L \cdot \rho)/\mu$, где ρ — плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$; v — скорость потока, $\text{м}/\text{с}$; L — характерная длина элемента потока, м; μ — динамический коэффициент вязкости, $\text{Па}\cdot\text{с}$.</p> <p>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 $Re < Re_{4000}$ наблюдается уже устойчивый режим, характеризующийся 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)

3.3.1 Шифр и наименование компетенции

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 псевдооживления, витания и уноса. Однородное и неоднородное псевдооживление. 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.
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.

Процентная шкала 0-100 %;

85-100% - отлично (практическое задание выполнено в установленный срок с использованием рекомендаций преподавателя; показан высокий уровень знания изученного материала по заданной теме, проявлен творческий подход, умение глубоко анализировать проблему и делать обобщающие практико-ориентированные выводы; работа выполнена без ошибок и недочетов или допущено не более одного недочета);

75- 84,99% - хорошо (практическое задание выполнено в установленный срок с использованием рекомендаций преподавателя; показан хороший уровень владения изученным материалом по заданной теме, работа выполнена полностью, но допущено в ней: а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета; б) или не более двух недочетов);

60-74,99% - удовлетворительно (практическое задание выполнено в установленный срок с частичным использованием рекомендаций преподавателя; продемонстрированы минимальные знания по основным темам изученного материала; выполнено не менее половины работы или допущены в ней а) не более двух грубых ошибок, б) не более одной грубой ошибки и одного недочета, в) не более двух-трех негрубых ошибок, г) одна негрубая ошибка и три недочета, д) при отсутствии ошибок, 4-5 недочетов);

0-59,99% - неудовлетворительно (число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «удовлетворительно» или если правильно выполнено менее половины задания; если обучающийся не приступал к выполнению задания или правильно выполнил не более 10 процентов всех заданий).

Критерии и шкалы оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если домашнее задание является самостоятельным, оригинальным текстом, в котором прослеживается авторская позиция, продуманная система аргументов, а также наличествуют обоснованные выводы; используются термины, понятия по дисциплине, в рамках которой выполняется работа; полностью соответствует выбранной теме, цели и задачам; текст домашнего задания логически выстроен, имеет четкую структуру; работа соответствует всем техническим требованиям; домашнее задание выполнено в установленный срок.

- оценка «не зачтено», выставляется студенту, если домашнее задание не является самостоятельным, оригинальным текстом, в котором не прослеживается авторская позиция, не продумана система аргументов, а также отсутствуют обоснованные выводы; не используются термины, понятия по дисциплине, в рамках которой выполняется работа; не соответствует выбранной теме, цели и задачам; текст домашнего задания композиционно не выстроен; работа не соответствует техническим требованиям; домашнее задание не выполнено в установленный срок.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

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.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

Зачет по дисциплине выставляется в зачетную ведомость по результатам работы в семестре после выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины (с отметкой «зачтено») и получении по результатам тестирования по всем разделам дисциплины не менее 60 %.

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
ОПК-3 - Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов					
Знать инженерные процессы при решении профессиональных задач в области реализации и совершенствования технологий продуктов животного происхождения	Собеседование (экзамен)	Знание аппаратно-технологических схем производственных процессов	обучающийся грамотно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично/ 85-100	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо/ 75-84,9	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно/ 60-74,9	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок	Неудовлетворительно/0-59,9	Не освоена (недостаточный)
	Тест	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	Зачтено/ 60-100	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 50% правильных ответов	Не зачтено/ 0-59,9	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знание аппаратно-технологических схем производственных процессов	обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания и/или задачи, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Зачтено/ 60-100	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания и/или задачи, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено/ 0-59,99	Не освоена (недостаточный)
Уметь интенсифицировать процессы при решении профессиональных задач и эксплуатировать современное технологическое оборудование в области технологий продуктов животного происхождения	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение рассчитывать производственные мощности и загрузки оборудования	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/ 60-100	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу	Не зачтено/ 0-59,99	Не освоена (недостаточный)
Владеть знаниями инженер-	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил	Зачтено/ 60-100	Освоена (повышенный)

ных процессов при решении профессиональных задач в области реализации и совершенствования технологий			несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации		
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	Зачтено/ 60-100	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Зачтено/ 60-100	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Не зачтено/ 0-59,99	Не освоена (недостаточный)
	Задача	Содержание решения	обучающийся грамотно и без ошибок решил задачу	Зачтено/ 60-100	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил задачу, но в вычислениях допустил ошибки	Зачтено/ 60-100	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения задачи	Зачтено/ 60-100	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения задачи	Не зачтено/ 0-59,99	Не освоена (недостаточный)