

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

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

«\_25\_» \_\_\_\_\_05\_\_\_\_\_2023 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

**Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты»** является формирование у обучающихся теоретических знаний, практических умений и навыков, необходимых при осуществлении производственно-технологической, экспериментально-исследовательской и других видов деятельности при производстве продуктов питания из растительного сырья.

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

- обеспечение выпуска высококачественной продукции;
- организация рационального ведения технологического процесса и осуществление контроля над соблюдением технологических параметров процесса производства продуктов питания из растительного сырья;
- участие в разработке новых технологий и технологических схем производства продуктов питания из растительного сырья;
- участие в исследовании технологических процессов производства продуктов питания из растительного сырья;
- проведение расчетов для проектирования пищевых производств, технологических линий, цехов, отдельных участков предприятий.

Объектами профессиональной деятельности являются пищевые продукты, пищевые предприятия и технологическое оборудование пищевых предприятий.

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

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

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-2	способностью владеть прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья	прогрессивные методы подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья	применять прогрессивные методы подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья	прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья
2	ПК-5	способностью использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья	основные процессы, происходящие при производстве продуктов питания из растительного сырья	проводить и рассчитывать с использованием специализированных знаний фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики основные процессы, происходящие при производстве продуктов питания из растительного сырья	методиками выполнения расчетов с использованием специализированных знаний фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики основных процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Процессы и аппараты» относится к блоку 1, вариативной части Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении дисциплин: *Математика; Физика; Неорганическая химия; Физическая и коллоидная химия; Органическая химия.*

Дисциплина «Процессы и аппараты» является предшествующей для изучения: *Технологии отрасли; Технологическое оборудование отрасли; Технологии продуктов питания из растительного сырья; Организация и управление технологическими процессами на предприятиях отрасли, Производственные практики, Государственная итоговая аттестация.*

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр	
		4	5
	акад. ч	акад. ч	акад. ч
Общая трудоемкость дисциплины	<b>252</b>	<b>72</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>102,7</b>	<b>37</b>	<b>65,7</b>
Лекции	48	18	30
в том числе в форме практической подготовки	48	18	30
Лабораторные работы	48	18	30
в том числе в форме практической подготовки	48	18	30
Консультации текущие	2,4	0,9	1,5
Консультирование и прием курсового проекта	2		2
Проведение консультаций перед экзаменом	2		2
Виды аттестации (зачет/экзамен)	0,3	0,1	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>115,5</b>	<b>35</b>	<b>80,5</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	24	9	15
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	38,5	21	17,5
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	13	5	8
Курсовой проект (выполнение расчетов, чертежа общего вида аппарата ф. А1, оформление, защита)	40		40
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>33,8</b>		<b>33,8</b>

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

#### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, час
<b>4 семестр</b>			
1.	Введение	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.	<b>3</b>
2.	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 производ-	<b>14</b>

		стве продуктов питания из растительного сырья. Сила давления. Относительный покой жидкости в основных процессах, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья.	
3.	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.	28
4.	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.	26
Консультации текущие			0,9
Зачет			0,1
<b>5 семестр</b>			
5.	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.	4
6.	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. 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. Методика расчета, методы подбора и эксплуатации фильтровального оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья. Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. 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. Конструкции мешалок, используемых при производстве продуктов питания из растительного сырья. Прогрессивные методы подбора и эксплуатации перемешивающих устройств. Пневматическое, циркуляционное и дру-	32

		гие виды перемешивания, применяемые в процессах производства продуктов питания из растительного сырья.	
7.	Тепловые процессы и оборудование	<p>Значение процессов теплообмена при переработке растительного сырья. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Уравнение теплопроводности. Конвекция и теплоотдача.</p> <p>Основы подбора 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. 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.</p>	48
8.	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 подбора; 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; пути интенсификации процесса. 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 сушилки; материальный и тепловой балансы; действительная и теоретическая сушилки; кинетика процесса. Формы связи влаги с растительным сырьем и продуктами питания из растительного сырья. Движу-</p>	56,5

	щая сила процесса. Критическая и равновесная влажность материала. Кривые кинетики сушки. Классификация сушилок, методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации сушилок при производстве продуктов питания из растительного сырья.	
	Консультации текущие	1,5
	Консультации перед экзаменом	2
	Экзамен	0,2
	Консультирование и прием курсового проекта	2

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	Лабораторные занятия, час	СРО, час
4 семестр				
1.	Введение	2		1
2.	Гидростатика	2	2	10
3.	Элементы гидродинамики	8	8	12
4.	Гидравлические процессы	6	8	12
	Консультации текущие		0,9	
	Зачет		0,1	
5 семестр				
5.	Механические процессы и оборудование	2		2
6.	Гидромеханические процессы и оборудование	9	10	13
7.	Тепловые процессы и оборудование	9	6	33
8.	Массообменные процессы и оборудование	10	14	32,5
	Консультации текущие		1,5	
	Консультации перед экзаменом		2	
	Экзамен		0,2	
	Консультирование и прием курсового проекта		2	

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
4 семестр			
1.	Введение	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.	2
2.	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.	2

3.	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.	8
4.	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.	6
5 семестр			
5.	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.	2
6.	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. 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. Методика расчета, методы подбора и эксплуатации фильтровального оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья. Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. 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. 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	9

		производства продуктов питания из растительного сырья.	
7.	Тепловые процессы и оборудование	<p>Значение процессов теплообмена при переработке растительного сырья. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Уравнение теплопроводности. Конвекция и теплоотдача.</p> <p>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. 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.</p>	9
8.	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; пути интенсификации процесса. Методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации кристаллизаторов при производстве продуктов питания из растительного сырья.</p> <p>Процесс конвективной сушки при производстве</p>	10



		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. Классификация сушилок, методика расчета, прогрессивные методы подбора и эксплуатации сушилок при производстве продуктов питания из растительного сырья.	
--	--	--	--

### 5.2.2 Практические занятия не предусмотрены

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
<b>4 семестр</b>			
1.	Введение		
2.	Гидростатика	Относительный покой жидкости в равномерно вращающемся вокруг вертикальной оси цилиндрическом сосуде	2
3.	Элементы гидродинамики	Изучение режимов движения жидкости	4
		Материальный и энергетический балансы потока	4
4.	Гидравлические процессы	Испытание центробежного вентилятора	4
		Испытания центробежно-вихревого насоса	4
<b>5 семестр</b>			
5.	Механические процессы и оборудование		
6.	Гидромеханические процессы и оборудование	Изучение кинетики гравитационного осаждения	2
		Изучение гидродинамики взвешенного слоя	4
		Определение констант процесса фильтрации	4
7.	Тепловые процессы и оборудование	Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»	4
		Испытание оросительного теплообменника	2
8.	Массообменные процессы и оборудование	Изучение гидродинамики колпачковой тарелки	2
		Изучение процесса абсорбции углекислого газа водой в аппарате с механическим перемешиванием	4
		Изучение кинетики процесса конвективной сушки	4
		Экспериментальная проверка дифференциального уравнения простой перегонки	4

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
<b>4 семестр</b>			
1.	Введение	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник)	<b>1</b>
2.	Гидростатика	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	<b>10</b>
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	5
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	5
3.	Элементы гидродинамики	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	<b>12</b>
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	6
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	6

4.	Гидравлические процессы	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	<b>12</b> 5 5 2
<b>5 семестр</b>			
5.	Механические процессы и оборудование	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник) Тест (лекции, учебник)	<b>2</b> 1 1
6.	Гидромеханические процессы и оборудование	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	<b>13</b> 4 4 5
7.	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>33</b> 5 5 5 18
8.	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>32,5</b> 5 4,5 5 18

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература**

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

2. 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>

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: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488017>

### **6.2 Дополнительная литература**

4. Штеренлихт, Д. В. Гидравлика : учебник / Д. В. Штеренлихт. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 656 с. — ISBN 978-5-8114-1892-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212051>

5. Лашинский, А. А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры [Текст]: справочник. - 4-е изд., стер. - М.: Альянс, 2013. - 752 с.

6. Разинов, А. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 688 с. — ISBN 978-5-8114-8504-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193251>

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

1. Процессы и аппараты химических и пищевых производств. Массообменные процессы [Текст] : методические указания и задания к курсовому проекту для студентов, обучающихся по направлениям 240100.62, 260100.62, очной и заочной формы обучения / А. Н. Остриков [и др.]; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж, 2014. - 36 с.

2. Процессы и аппараты химических и пищевых производств. Тепловые процессы [Текст] : методические указания и задания к курсовому проекту для студентов, обучающихся по направлениям 240100.62, 260100.62, очной и заочной формы обучения / А. Н. Остриков; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж, 2014. - 32 с.

3. Материалы педагогической диагностики по дисциплине «Процессы и аппараты» : учебное пособие : [16+] / А.Н. Остриков, И.Н. Болгова, И.С. Наумченко и др. ; науч. ред. А.Н. Остриков. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. – 342 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601617>

4. 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>

5. 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>

6. 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>

7. 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>.

8. 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. : Трицкий мост, 2018. - 360 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105819>

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

10. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] задания по курсовому проектированию для студентов, обучающихся по направлениям 19.03.02 – «Продукты питания из растительного сырья», 19.03.03 – «Продукты животного происхождения», очной и заочной формы обучения / А. Н. Остриков [и др.]; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2015. - 32 с.

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

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>

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

### 6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. – Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2488> - Загл. с экрана

Материалы педагогической диагностики по дисциплине «Процессы и аппараты» : учебное пособие : [16+] / А.Н. Остриков, И.Н. Болгова, И.С. Наумченко и др. ; науч. ред. А.Н. Остриков. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. – 342 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601617>

### 6.6 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, 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», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение:

Microsoft Windows XP Microsoft Open License Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г.; Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г.;

AdobeReaderXI (бесплатное ПО) <https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>;

Альт Образование 8.2 + LibreOffice 6.2+Maxima Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»; Microsoft Windows Server Standart 2008 Russian Academic OPEN 1 License No Level #45742802 от 29.07.2009 г. <http://eopen.microsoft.com>;

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. <http://eopen.microsoft.com>.

При освоении дисциплины используются информационные справочные системы:

- Сетевая локальная БД Справочная Правовая Система КонсультантПлюс для 50 пользователей, ООО «Консультант-Эксперт» Договор № 200016222100052 от 19.11.2021 (срок действия с 01.01.2022 по 31.01.2023);

- БД «ПОЛПРЕД Справочники» <http://www.polpred.com>, неограниченный доступ, ООО «ПОЛПРЕД Справочники» Соглашение № 128 от 12.04.2017 (скан-копия), (срок действия с 12.04.2017 до 15.10.2022).

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Обеспеченность процесса обучения техническими средствами полностью соответствует требованиям ФГОС по направлению подготовки. Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <http://vsuet.ru>.

Ауд. 111. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабора-торных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей): 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, лабораторные стенды "Изучение процесса фильтрования", "Изучение процесса абсорбции"

Ауд. 115. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабора-торных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей): 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 занятий лекционного типа, лабора-торных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей): 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

Самостоятельная работа проводится с использованием:

Ауд. 113. Помещение (Учебная аудитория) для самостоятельной работы обучаю-щихся: Учебно-наглядные пособия по курсовому проектированию, компьютер (Intel Core i3-2130) (3 шт.), компьютер (Intel Core i3-3210), компьютер (Pentium Dual-Core E5200)

Зал научной литературы ресурсного центра ВГУИТ: компьютеры Regard - 12 шт.

Студенческий читальный зал ресурсного центра ВГУИТ: моноблоки - 16 шт.

## 8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

**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**.

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

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиль «Технологии продуктов питания из растительного сырья».

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**Процессы и аппараты**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Перечень компетенций		Этапы формирования компетенций		
	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-2	способностью владеть прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья	прогрессивные методы подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья	применять прогрессивные методы подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья	прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья
2	ПК-5	способностью использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья	основные процессы, происходящие при производстве продуктов питания из растительного сырья	проводить и рассчитывать с использованием специализированных знаний фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики основные процессы, происходящие при производстве продуктов питания из растительного сырья	методиками выполнения расчетов с использованием специализированных знаний фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики основных процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья

## 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	ПК-2 ПК-5	<i>Банк тестовых заданий</i>	33,50	Бланочное или компьютерное тестирование Контроль преподавателем
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	161-162	
2	Гидростатика	ПК-2 ПК-5	<i>Банк тестовых заданий</i>	1,48-49,51,71	Бланочное или компьютерное тестирование Собеседование с преподавателем Защита лабораторных работ
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	163-165	
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	105,106,172,173	
3	Элементы гидродинамики	ПК-2 ПК-5	<i>Банк тестовых заданий</i>	2,3,32,52,68,72	Бланочное или компьютерное тестирование Контроль преподавателем Защита лабораторных работ
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	99,166-171	
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	107-111,174-183	
4	Гидравлические процессы	ПК-2 ПК-5	<i>Банк тестовых заданий</i>	4,24-26,34,42,66-67,73	Бланочное или компьютерное тестирование Контроль преподавателем Защита лабораторных работ Проверка преподавателем
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	100-104	
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	1112-120,184	
			<i>Кейс-задание</i>	78,92	
5	Механические процессы при производстве	ПК-2 ПК-5	<i>Банк тестовых заданий</i>	23,63-65	Бланочное или компьютерное тестирование Контроль преподавателем
			<i>Собеседование (вопросы к экзамену)</i>	121,122,212	



	продуктов питания из растительного сырья				
6	Гидромеханические процессы и аппараты	ПК-2 ПК-5	Банк тестовых заданий	5-13,27-28,35-37,53-57,74-75	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к экзамену)	123-130,185-190	Контроль преподавателем
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	142-149,213-218	Защита лабораторных работ
			Задачи	235-237,241-243	Проверка преподавателем
			Кейс-задание	79-84,93,94	Проверка преподавателем
7	Тепловые процессы и аппараты	ПК-2 ПК-5	Банк тестовых заданий	14-18,29,38-39,58-59,76	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к экзамену)	131-133,191-196	Контроль преподавателем
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	150-155,219-224	Защита лабораторных работ
			Кейс-задание	85-87,95	Проверка преподавателем
			Задачи	238,244-246	Проверка преподавателем
8	Массообменные процессы и аппараты	ПК-2 ПК-5	Курсовой проект	250-437	Защита курсового проекта
			Банк тестовых заданий	19-22,30-31,40-41,43-47,60-62,69-70,77	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к экзамену)	134-141,197-211	Контроль преподавателем
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	156-160,226-234	Защита лабораторных работ
			Кейс-задание	88-91,96-98	Проверка преподавателем
			Задачи	239-240,247-249	Проверка преподавателем
			Курсовой проект	438-498	Защита курсового проекта

### 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

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

Каждый вариант теста включает 20 контрольных заданий, из них:

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

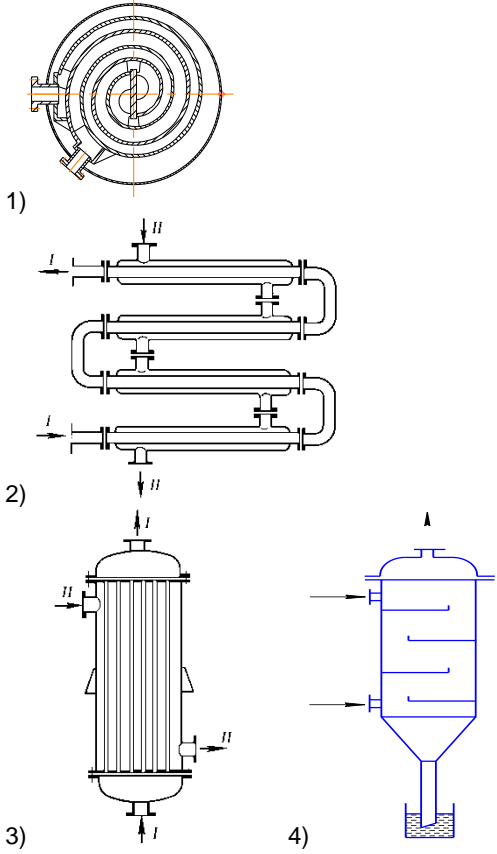
#### 3.1 Тесты (тестовые задания)

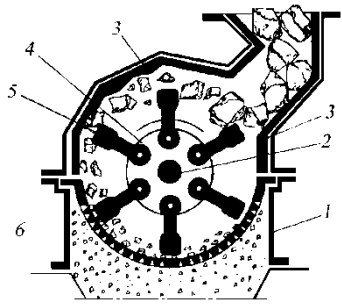
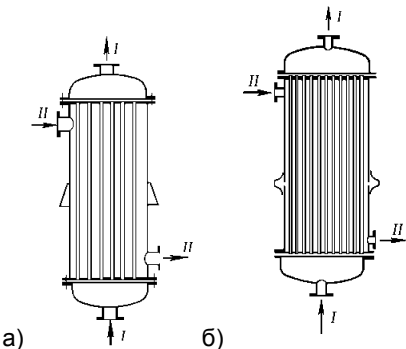
##### 3.1.1 ПК-2- способностью владеть прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья

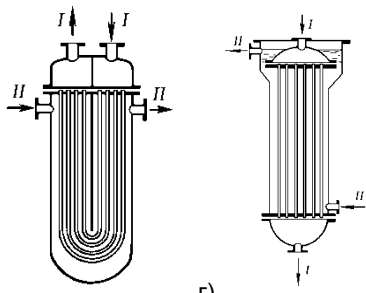
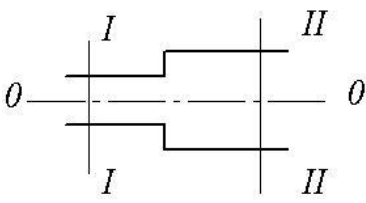
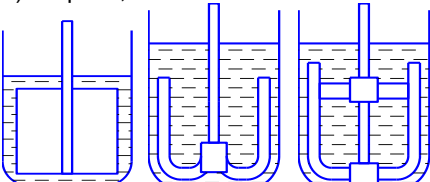
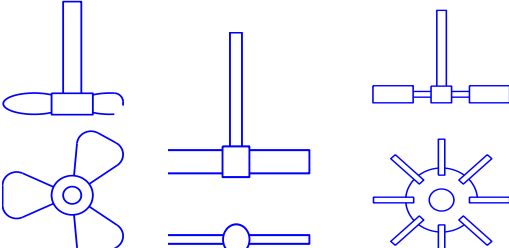
№ задания	Тестовое задание
<b>А (на выбор одного правильного ответа)</b>	
1	В открытом сосуде находится жидкость с плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Манометр, присоединенный в некоторой точке сосуда, показывает давление $p = 5 \cdot 10^4 \text{ Па}$ . На какой высоте над данной точкой находится уровень жидкости в резервуаре? 1) 1,5 м 2) 0,5 м 3) 15 м 4) 5 м
2	Найти критическую скорость в прямой круглой трубе $d = 0,020 \text{ м}$ для воздуха, если его динамический коэффициент вязкости и плотность соответственно равны $\mu = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$ , $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ . 1) 8,3 м/с 2) 1,9 м/с 3) 3,3 м/с

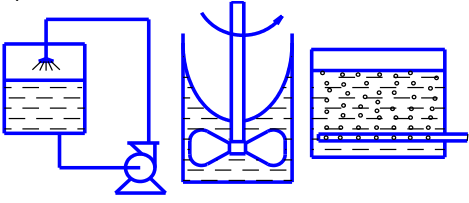
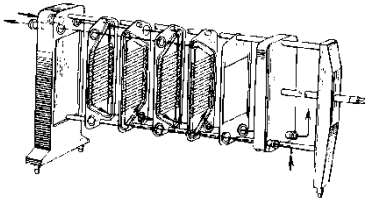
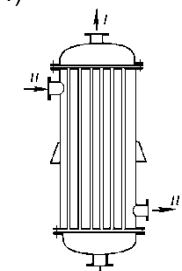
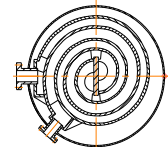
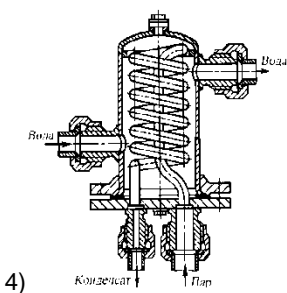
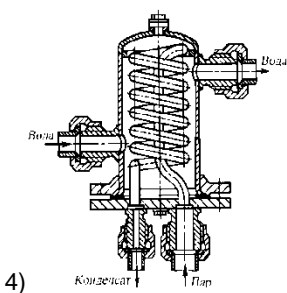
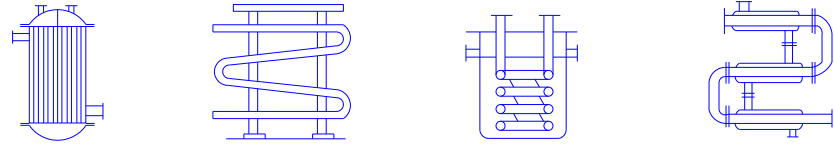
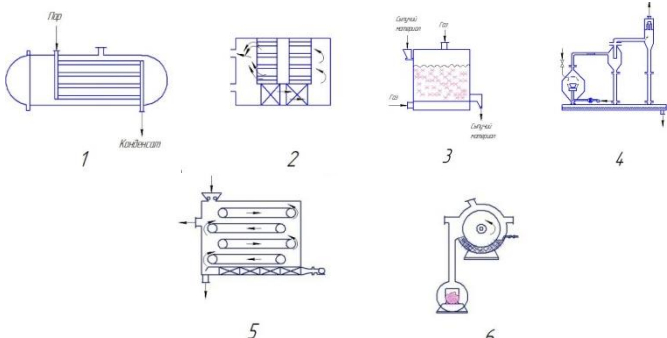




	<p>в) нутч-фильтр; г) ленточный вакуум-фильтр</p>
13	<p>Основным технологическим показателем фильтровальных перегородок являются</p> <p>а) площадь; б) толщина; в) задерживающая способность; г) внешний вид</p>
14	<p>Какой из аппаратов является кожухотрубчатый теплообменником?</p>  <p>1)</p> <p>2)</p> <p>3)</p> <p>4)</p>
15	<p>Основной фактор, определяющий интенсивность выпаривания и производительность выпарного аппарата, – это разность температур</p> <p>а) греющего и вторичного пара; б) греющего пара и стенки кипятильной трубки; в) греющего пара и кипящего раствора</p>
16	<p>Многокорпусные выпарные установки применяются для</p> <p>а) увеличения площади теплопередачи; б) снижения металлоемкости установки; в) экономии расхода греющего пара; г) увеличения времени нахождения раствора в зоне выпаривания</p>
17	<p>Назначение ходов в многоходовом теплообменнике по межтрубному пространству для нагрева жидкости водяным паром в том, чтобы</p> <p>а) Увеличить скорость жидкости. б) Увеличить скорость пара. в) Увеличить время пребывания жидкости в аппарате. г) Увеличить время пребывания пара в аппарате</p>
18	<p>Вторичный пар, отбираемый из выпарной установки для других нужд, называется:</p> <p>а) греющим паром; б) экстра-паром; в) глухим паром</p>
19	<p>Исходная смесь при ректификации подается в</p> <p>а) нижнюю часть колонны; б) среднюю часть колонны; в) верхнюю часть колонны</p>
20	<p>Состав пара, удаляющегося из ректификационной колонны в дефлегматор, равен составу</p> <p>а) кубового остатка; б) исходной смеси; в) дистиллята.</p>
21	<p>Сушка при непосредственном соприкосновении высушиваемого материала с сушильным агентом называется:</p> <p>а) конвективной;</p>

	б) сублимационной; в) радиационной
22	Осуществляется ли процесс кристаллизации из пересыщенных растворов? а) да; б) нет.
23	Укажите правильное название измельчающей машины, представленной на рисунке. а) молотковая дробилка; б) дисмембратор; в) протирачная машина; г) ножевая дробилка; д) гомогенизатор.
	
<b>Б (на выбор нескольких правильных)</b>	
24	Насос для работы на сеть подбирают по 1) заданной подаче; 2) требуемому напору; 3) полезной мощности; 4) максимальному КПД.
25	Динамические насосы 1) центробежные; 2) осевые; 3) вихревые; 4) струйные; 5) поршневые
26	Объемные насосы 1) поршневые; 2) шестеренные; 3) винтовые; 4) центробежные.
27	Неоднородными системами являются: а) суспензия б) пыль в) газовая смесь г) раствор
28	При переходе зернистого слоя в псевдооживленное состояние увеличивается а) порозность; б) высота слоя; в) гидравлическое сопротивление
29	Компенсация температурных удлинений предусмотрена в теплообменниках
	

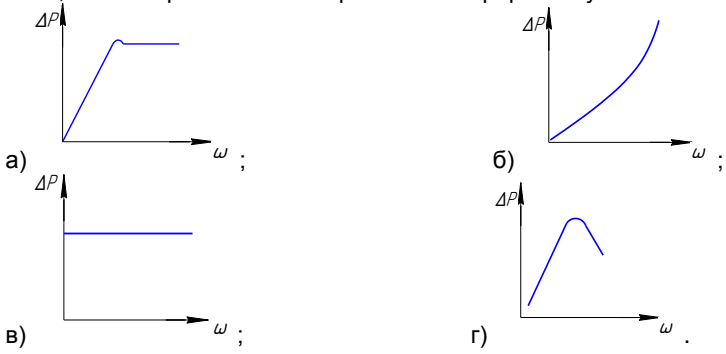
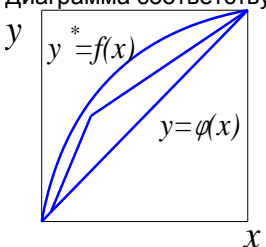
	 <p>в)                      г)</p>										
30	<p>Основными характеристиками насадки являются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>размеры элемента;</li> <li>удельная поверхность;</li> <li>гидравлическое сопротивление;</li> <li>свободный объем.</li> </ol>										
31	<p>Конвективный процесс сушки можно осуществлять в следующих сушилках:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ленточная;</li> <li>вальцовая;</li> <li>камерная;</li> <li>туннельная</li> </ol>										
<b>В (на соответствие)</b>											
32	<p>Как изменятся скорость и давление в сечении II-II, если диаметр трубы увеличится?</p>  <p>А) скорость    1) уменьшится  Б) давление    2) увеличится</p>										
33	<p>Единицы измерения</p> <table border="0"> <tr> <td>А) Объемного расхода</td> <td>1) м<sup>3</sup>/с</td> </tr> <tr> <td>Б) Массового расхода</td> <td>2) кг/с</td> </tr> <tr> <td>В) Динамической вязкости жидкости</td> <td>3) Па·с</td> </tr> <tr> <td>Г) кинематической вязкости</td> <td>4) м<sup>2</sup>/с</td> </tr> <tr> <td>Д) числа Рейнольдса</td> <td>5) безразмерное</td> </tr> </table>	А) Объемного расхода	1) м <sup>3</sup> /с	Б) Массового расхода	2) кг/с	В) Динамической вязкости жидкости	3) Па·с	Г) кинематической вязкости	4) м <sup>2</sup> /с	Д) числа Рейнольдса	5) безразмерное
А) Объемного расхода	1) м <sup>3</sup> /с										
Б) Массового расхода	2) кг/с										
В) Динамической вязкости жидкости	3) Па·с										
Г) кинематической вязкости	4) м <sup>2</sup> /с										
Д) числа Рейнольдса	5) безразмерное										
34	<p>Законы пропорциональности для центробежного насоса</p> <table border="0"> <tr> <td>1) <math>Q \sim</math></td> <td>а. <math>n^1</math></td> </tr> <tr> <td>2) <math>H \sim</math></td> <td>б. <math>n^2</math></td> </tr> <tr> <td>3) <math>N \sim</math></td> <td>в. <math>n^3</math></td> </tr> </table>	1) $Q \sim$	а. $n^1$	2) $H \sim$	б. $n^2$	3) $N \sim$	в. $n^3$				
1) $Q \sim$	а. $n^1$										
2) $H \sim$	б. $n^2$										
3) $N \sim$	в. $n^3$										
35	<p>Установить соответствие между рисунком и типом мешалки</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>рамная;</li> <li>листовая;</li> <li>якорная;</li> </ol>  <p>1                      2                      3</p>										
36	<p>Установить соответствие между картинкой и типом мешалки</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>лопастная;</li> <li>пропеллерная;</li> <li>турбинная.</li> </ol> 										

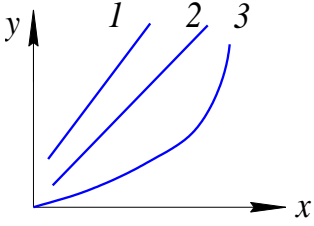
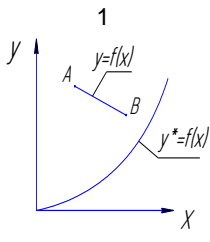
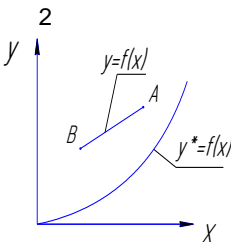
37	<p>1                      2                      3</p> <p>Установить соответствие между картинкой и способом перемешивания</p> <p>а) циркуляционный; б) пневматический; в) механический.</p> 
38	<p>1                      2                      3</p> <p>На рисунке изображены теплообменники. Установить соответствие между картинкой и названием.</p>  <p>1)  2)  3)  4) </p> <p>а) змеевиковый; б) спиральный; в) кожухотрубчатый; г) пластинчатый</p>
39	<p>На рисунке изображены теплообменники. Установить соответствие между рисунком и названием.</p>  <p>1                      2                      3                      4</p> <p>а) кожухотрубчатый; б) оросительный; в) змеевиковый; г) типа «труба в трубе».</p>
40	<p>Какая из данных сушилок является:</p> <p>а) ленточной; б) распылительной; в) камерной; г) сушильном шкафом; д) вальцовой, е) сушилкой с псевдооживленным слоем</p> 

41	<p>Приведите в соответствие название и схемы способов измельчения продуктов.</p> <p>а) раздавливание;  б) раскалывание между клинообразными рабочими элементами;  в) разламывание;  г) раскалывание с опорной плитой.</p>
<b>Д (открытого типа)</b>	
42	Пересечение напорной характеристики насоса и напорной характеристики сети – это _____ точка
43	Ректификация – это процесс _____ частичного испарения жидкости с последующей конденсацией образующихся паров
44	Жидкость, возвращаемая в ректификационную колонну для орошения и взаимодействия с поднимающимся паром, - это _____
45	В первый период сушки удаляется _____ влага
46	Уменьшение влажности материала за бесконечно малый промежуток времени - это _____ сушки
47	Процесс выделения твердого вещества из его пересыщенного раствора или расплава – это _____

**3.1.2 ПК-5 - способность использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья**

№ задания	Тестовое задание
<b>А (на выбор одного правильного ответа)</b>	
48	<p>Текучестью жидкости называют</p> <p>а) свойство жидкостей, означающее способность перемещаться без влияния сдвигающих сил;  б) общее свойство для всех жидкостей, означающее способность течь под влиянием самых малых сдвигающих усилий;  в) общее свойство для всех жидкостей, означающее способность течь под влиянием изменения поверхностного натяжения;  г) особое свойство для некоторых жидкостей, означающее способность течь под влиянием сдвигающих сил.</p>
49	<p>Особенностью ньютоновских жидкостей является то, что для них</p> <p>а) вязкость не зависит от температуры и давления;  б) справедлив закон внутреннего трения Ньютона;  в) модуль упругости не изменяется с увеличением температуры;  г) несправедлив закон внутреннего трения Ньютона.</p>
50	<p>Сущность гипотезы сплошности заключается в том, что жидкость рассматривается как</p> <p>1) среда, имеющая разрывы и пустоты  2) сложная среда с растворенными газами, веществами, имеющая разрывы и пустоты  3) неподвижное твердое или жидкое тело, при определенной температуре и давлении  4) континуум, непрерывная сплошная среда</p>
51	<p>Чему равно абсолютное давление в озере на глубине 5 м?</p> <p>1) 5 ат  2) 50 ат  3) 1,5 ат  4) 0,5 ат</p>
52	<p>Какой закон механики выражает уравнение Бернулли?</p> <p>1) Закон сохранения количества движения  2) Второй закон Ньютона  3) Закон сохранения энергии  4) Закон сохранения материи</p>
53	<p>Соотношение между критерием Рейнольдса и Архимеда при ламинарном режиме осаждения:</p> <p>а) <math>Re = \frac{Ar}{18}</math> ;</p>

	б) $Re = 0,152Ar^{0,75}$ ; в) $Re = 1,74\sqrt{Ar}$ ; г) верный ответ не указан.
54	Отстаивание есть процесс разделения под действием силы а) инерции; б) тяжести; в) центробежной; г) электрического поля
55	Правильная запись основного дифференциального уравнения фильтрования, если $\Delta P$ – разность давлений, $R_{oc}$ , $R_{\phi}$ – сопротивления осадка и фильтровальной перегородки, $V$ – объем фильтрата, $S$ – площадь поверхности фильтрования, $\tau$ – продолжительности фильтрования. а) $\Delta P = \mu(R_{oc} + R_{\phi}) \frac{dV}{d\tau}$ ;      б) $\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} - R_{\phi})}$ ;  в) $\frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}$ ;      г) $\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}$ .
56	В аппарате на решетке находится слой зернистого материала. Как изменится перепад давлений $\Delta P$ на слое, если скорость газа $w$ через слой непрерывно увеличивать, начиная от $w = 0$ . 
57	Скорость фильтрования при постоянном перепаде давления, с увеличением слоя осадка а) остается постоянной; б) с течением времени увеличивается; в) с течением времени уменьшается; г) в начале остается постоянной, потом уменьшается
58	Передача теплоты от стенки к жидкости (газу) или в обратном направлении называется процессом а) теплоотдачи; б) теплопередачи; в) теплопроводности
59	Выпаривание под разрежением а) повышает температуру кипения растворов; б) понижает температуру кипения растворов; в) не изменяет температуру кипения растворов
60	Как меняется растворимость газа в жидкости, если повысить давление и снизить температуру? а) Увеличится. б) Уменьшится. в) Не изменится
61	Диаграмма соответствует процессу  а) абсорбция; б) ректификация; в) перегонка
62	Процесс выделения твердого вещества из его пересыщенного раствора или расплава называется а) кристаллизацией; б) адсорбцией; в) экстрагированием.

63	Какие напряжения преобладают при раскалывании продуктов? а) изгибающие; б) сжатия; в) сдвига
64	Какие напряжения возникают в процессе резания? а) изгибающие; б) сжатия; в) сдвига
65	Какие напряжения возникают в процессе раздавливания продукта? а) изгибающие; б) сжатия; в) сдвига
<b>Б (на выбор нескольких правильных)</b>	
66	Основными параметрами работы насосов являются 1) напор; а. $H$ 2) подача; б. $Q$ 3) мощность; в. $N$ 4) КПД; г. $\eta$ 5) число оборотов д. $n$ .
67	Требуемый напор насоса определяется 1) геометрической высотой подъема жидкости; 2) разностью давлений в напорной и приемной емкостях; 3) потерями напора в сети; 4) высотой всасывания; 5) КПД насоса.
<b>В (на соответствие)</b>	
68	В круглой трубе происходит движение жидкости при $Re = 500$ . Можно ли применить формулу: $h_f = \frac{64 l v^2}{Re d 2g}$ для расчета потери напора на трение в трубе, если число Рейнольдса увеличится: а) в 2 раза 1) можно б) в 5 раз 2) нельзя
69	На диаграмме $y$ - $x$ изображены три линии, характеризующие процесс абсорбции: рабочая, равновесная и кинетическая. Установите соответствие между названием и номером линии. 
70	Установите соответствие между диаграммами и их названиями. соответствует а) Диаграмма процесса абсорбции при проточной схеме. б) Диаграмма процесса абсорбции при противоточной схеме.  
<b>Д (открытого типа)</b>	
71	Реальная жидкость отличается от идеальной наличием _____.
72	При движении реальной жидкости «потерянная» механическая энергия переходит в _____ энергию.
73	Количество энергии, сообщаемой насосом единице веса перекачиваемой жидкости - это _____.
74	Система, состоящая из жидкой сплошной фазы и твердой дисперсной, - это _____.
75	Объем свободного пространства между частицами в единице объема, занятого зернистым слоем – это _____.
76	Движущей силой процесса теплопередачи является разность _____.
77	Целевой компонент всегда переходит в фазу, в которой содержание его _____ равновесной



### 3.2 Кейс - задания

#### 3.2.1 ПК-2- способностью владеть прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья

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

Номер вопроса	Текст задания
78	<b>Ситуация.</b> В цехе, где вы работаете, необходимо увеличить производительность. Насос подает сырье в количестве $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ , создавая напор 50 м. Полный КПД насоса $\eta = 0,8$ . <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности насоса
79	<b>Ситуация.</b> Вы работаете мастером на очистных сооружениях, необходимо провести реконструкцию с целью увеличения производительности отстойников. <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности отстойников
80	<b>Ситуация.</b> Вы работаете метрологом на очистных сооружениях. При отборе проб выяснилось, что осветленная жидкость имеет не надлежащее качество. <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по улучшению качества осветленной жидкости
81	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на станции фильтрования сахарного завода. При отборе проб выяснилось, что не обеспечивается заданная чистота фильтрата. <b>Задание.</b> Объясните причины брака, предложите мероприятия по улучшению качества фильтрата
82	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на станции фильтрования сахарного завода, необходимо увеличить скорость фильтрования с целью повышения производительности (фильтрование ведется при постоянном перепаде давления). <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности фильтров
83	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на кондитерской фабрике в конфетном цехе. Процесс перемешивания вязкопластичных конфетных масс имеет низкую интенсивность. <b>Задание:</b> Повысить интенсивность перемешивания вязкопластичных конфетных масс.
84	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на кондитерской фабрике в конфетном цехе. Процесс перемешивания вязкопластичных конфетных масс имеет низкую эффективность. <b>Задание:</b> Предложите мероприятия по повышению эффективности процесса.
85	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на сахарном заводе, для подогрева жомопресованной воды перед поступлением в отстойник используется вертикальный кожухотрубчатый теплообменник. За 5 мин вода должна нагреваться от $35$ до $85$ °С. Сейчас за пять минут вода нагревается от $35$ до $60$ °С. <b>Задание:</b> Установить причину данного происшествия и предложить ряд мероприятий по предотвращению подобных ситуаций.
86	<b>Ситуация.</b> Вы работаете начальником участка выпаривания сахарного завода. Необходимо провести инструктаж по технике безопасности для вновь пришедших операторов. <b>Задание.</b> Перечислите мероприятия по обеспечению безопасности при работе на вакуум-выпарной установке.
87	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на вакуум-выпарной установке сахарного завода. Перед Вами поставили задачу экономии энергоносителей. <b>Задание.</b> Предложите мероприятия для экономии греющего пара, приходящегося на один кг выпариваемой воды.
88	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на предприятии по производству азотной кислоты оператором абсорбционной колонны. Перед Вами поставлена задача интенсифицировать процесс. <b>Задание.</b> Предложите мероприятия по интенсификации процесса абсорбции аммиака водой.
89	<b>Ситуация.</b> Выработаете главным инженером на хлебоприемном пункте. Вам поручили приобрести новую зерносушильную установку. <b>Задание:</b> Подобрать возможные конструкции сушилок, пояснить их достоинства и недостатки.
90	<b>Ситуация.</b> В овощесушильном цехе, где Вы работаете, начальником цеха, сушат абрикосы. Абрикосы поступают в цех с влажностью 75 % и высушиваются до 17 % за 950 с. <b>Задание:</b> Определить какая скорость сушки абрикосов на имеющемся оборудовании и предложить мероприятия по ее увеличению.
91	<b>Ситуация.</b> В цехе, где Вы работаете оператором линии по сушке фруктовых чипсов, очень высокие потери теплоты сушилкой в окружающую среду. <b>Задание:</b> Предложить комплекс мер по минимизации этих потерь.

#### 3.2.2 ПК-5- способностью использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья

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

Номер вопроса	Текст задания
92	<b>Ситуация.</b> В цехе, где вы работаете, обнаружили перерасход электроэнергии. Самым энергоемким является насос, который подает $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ воды на высоту 50 м. Полный КПД насоса $\eta = 0,8$ . <b>Задание.</b> Определить мощность, потребляемую насосом
93	<b>Ситуация.</b> Вы работаете мастером на очистных сооружениях, необходимо увеличить скорость осаждения в отстойниках. <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению скорости осаждения
94	<b>Ситуация.</b> Вы работаете инженером на предприятии. Лопастная мешалка смесителя для перемешивания технического глицерина размером $d_1 = D/3$ была заменена на меньшую с $d_2 = D/4$ . Размешивание в

	<p>обоих случаях производится в условиях ламинарного режима.</p> <p><b>Задание.</b> Определить, как повлияет данное изменение на частоту вращения мешалки при такой же мощности электродвигателя?</p>
95	<p><b>Ситуация.</b> В цехе работает (по прямоточной схеме) воздухоподогреватель, в котором нагревается воздух от температуры <math>t_1' = 20\text{ }^\circ\text{C}</math> до <math>t_2' = 210\text{ }^\circ\text{C}</math> горячими газами, которые охлаждаются от температуры <math>t_1 = 410\text{ }^\circ\text{C}</math> до температуры <math>t_2 = 250\text{ }^\circ\text{C}</math>.</p> <p><b>Задание.</b> Определить средний температурный напор между воздухом и газом и предложить мероприятия по его увеличению.</p>
96	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете оператором противоточного насадочного абсорбера, служащего для поглощения аммиака из смеси его с воздухом водой при следующих условиях: начальная концентрация аммиака в воде <math>x_n = 0</math> кмоль/кмоль, ее расход <math>L = 3,89 \cdot 10^{-2}</math> кмоль/с, конечная <math>y_k = 0,0025</math> кмоль/кмоль. Расход газовой смеси <math>G = 1,94 \cdot 10^{-2}</math> кмоль/с.</p> <p><b>Задание.</b> Определить, какой будет концентрация аммиака в воде на выходе из абсорбера заданной при степени извлечения 85%.</p>
97	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на спиртзаводе. На предприятии имеется ректификационная колонна, служащая для увеличения концентрации этанола в воде от <math>x_f = 10\%</math> мол до <math>x_D = 80\%</math> мол.</p> <p><b>Задача.</b> Определить минимальное флегмовое число данной колонны. Пояснить, на что оно влияет.</p>
98	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на спиртзаводе. Ректификационная колонна в цехе работает при флегмовом числе, равном <math>R = 2,5</math>, а дистиллят должен иметь концентрацию 82 % мол. Число реальных тарелок в верхней части колонны 12, КПД тарелок <math>\eta_T = 0,5</math>.</p> <p><b>Задача.</b> Определить минимальное содержание этилового спирта <math>x_f</math> на нижней (питательной) тарелке укрепляющей части колонны, служащей для увеличения содержания этилового спирта в смеси с водой</p>

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

#### 3.3.1 ПК-2- способностью владеть прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья

Номер вопроса	Текст вопроса
99	Местные сопротивления. Гидравлическое сопротивление типовых тепло- и массообменных аппаратов
100	Классификация гидромашин для транспортировки жидкостей и газов.
101	Основные параметры работы насосов. Характеристики насосов.
102	Насосные установки. Характеристика сети. Рабочая точка насоса.
103	Регулирование работы динамического насоса на сеть.
104	Устройство, принцип работы, области применения динамических и объемных насосов.
105	Экспериментальная установка «Относительный покой жидкости» и порядок выполнения работы на ней. Правила безопасной работы на установке.
106	Относительное равновесие (покой) жидкости. Примеры такого равновесия, встречающиеся в природе и использующиеся в технике.
107	Построение пьезометрической и напорной линий, графическое определение потери напора.
108	Гидравлически гладкие трубы, область влияния вязкости и шероховатости, гидравлически шероховатые трубы.
109	Понятие о местном сопротивлении. Коэффициент местного гидравлического сопротивления. Формула Вейсбаха.
110	Уравнение Бернулли и его применение к расчету потерь напора в трубопроводе
111	Устройство и принцип действия лопастных насосов.
112	Основные параметры (производительность, напор, мощность и КПД насоса).
113	Рабочие характеристики лопастных насосов.
114	Регулирование производительности и эксплуатация насосов.
115	Сравнительная оценка лопастных насосов. Подобие насосов. Закон пропорциональности.
116	Как определить напор действующего насоса.
117	Устройство центробежного вентилятора. Роль «улитки», конфузора, диффузора.
118	Рабочие характеристики вентиляторов. Рабочая точка.
119	Мощность двигателя и КПД вентиляторной установки.
120	Зависимость режима работы вентилятора от числа оборотов.
121	Измельчение твердых материалов. Дробилки для крупного и тонкого измельчения.
122	Измельчение твердых материалов. Сортирование и смешение твердых материалов.
123	Расчет скорости свободного и стесненного осаждения частиц в гравитационном поле. Конструкции отстойников. Определение основных размеров.
124	Расчет гидравлического сопротивления слоя. Расчет скорости псевдооживления, витания и уноса. Однородное и неоднородное псевдооживление. Пневмо- и гидротранспорт зернистого твердого растительного сырья.
125	Фильтрация суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах при производстве продуктов питания из растительного сырья. Фильтрующие перегородки. Сжимаемые и несжимаемые осадки.
126	Классификация и основные типы фильтровальной аппаратуры, используемой для производства продуктов питания из растительного сырья. Фильтры периодического и непрерывного действия для разделения суспензий.
127	Оптимизация продолжительности цикла фильтрования, фильтры для очистки газов от пылей. Основы расчета фильтров периодического и непрерывного действия.

128	Центрифуги фильтрующие и отстойные периодического и непрерывного действия. Сепараторы. Основы расчета осадительных центрифуг. Основы расчета фильтрующих центрифуг. Мокрая очистка газов. Электрофильтры
129	Интенсивность и эффективность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Гидродинамические структуры потока в аппаратах с механическим перемешиванием.
130	Пневматическое, циркуляционное и другие виды перемешивания. Использование пульсационной техники при переработке растительного сырья.
131	Теплообменные аппараты. Классификация и конструкции основных поверхностных теплообменников. Конструкции смесительных теплообменников. Схема расчета теплообменников.
132	Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки.
133	Оптимальное число корпусов. Распределение полезной разности температур по корпусам. Конструкции выпарных аппаратов и их классификация.
134	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.
135	Аппараты со ступенчатым контактом фаз (тарельчатые). Ступень изменения концентрации (теоретическая тарелка). Кинетическая кривая. Графоаналитический расчет числа тарелок. Коэффициент полезного действия колонного аппарата. Расчет диаметра аппаратов. Пути интенсификации массообменных процессов.
136	Пути интенсификации массообменных процессов. Десорбция и способы ее проведения. Абсорберы. Их классификация.
137	Классификация ректификационных аппаратов и их расчет.
138	Влияние условной кристаллизации на качественные характеристики кристаллов. Основные конструктивные типы кристаллизаторов. Пути интенсификации процесса.
139	Классификация и конструкции конвективных сушилок. Распылительные сушилки.
140	Контактная сушка. Специальные методы сушки. Сублимационная сушка. Сушка инфракрасными лучами. Сушка токами высокой частоты
141	Экспериментальное определение сопротивления зернистых слоев. Схема лабораторной установки, порядок проведения эксперимента.
142	Примеры практического использования неподвижных и взвешенных зернистых слоев.
143	Факторы, влияющие на скорость осаждения. Методы интенсификации процесса осаждения.
144	Формула производительности отстойников. Расчет отстойников.
145	Конструкции отстойников.
146	Типы фильтровальных перегородок и требования, предъявляемые к материалам фильтрованных перегородок.
147	Схема лабораторной установки «Определение констант процесса фильтрования», порядок проведения эксперимента.
148	Экспериментальное определение порозности осадка.
149	Конструкции фильтров периодического и непрерывного действий
150	Схема лабораторной установки «Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе», порядок проведения эксперимента.
151	Определение значений опытного коэффициента теплопередачи.
152	Методы интенсификации процесса теплопередачи.
153	Конструкция теплообменника типа "труба в трубе".
154	Классификация теплообменных аппаратов. Конструкция оросительного теплообменника.
155	Схема установки «Испытания оросительного теплообменника», порядок проведения эксперимента.
156	Отличительная особенность сушки от других способов обезвоживания.
157	Схема лабораторной установки «Изучение кинетики процесса конвективной сушки», порядок проведения эксперимента.
158	Устройство сушилок.
159	Схема лабораторной установки «Экспериментальная проверка дифференциального уравнения простой перегонки», порядок проведения эксперимента.
160	Принципиальная схема периодической простой перегонки, сущность процесса. Фракционная перегонка.

**3.3.2 ПК-5- способность использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья**

Номер вопроса	Текст вопроса
161	Предмет и задачи курса в системе подготовки инженеров. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов.
162	Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов: материальный и энергетический балансы, интенсивность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление. Оптимизация процессов
163	Основные свойства жидкости. Понятие о реальной и идеальной жидкостях. Силы, действующие на жидкость. Закон Ньютона для жидкостного трения.
164	Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения

165	Сила давления. Относительный покой жидкости. Закон Архимеда
166	Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкости.
167	Уравнения движения реальной и идеальной жидкостей.
168	Интеграл Бернулли, его энергетический смысл. Уравнение Бернулли и его геометрический смысл.
169	Основы теории гидродинамического подобия. Гидродинамические режимы движения вязкой жидкости: ламинарный и турбулентный.
170	Характер и виды потерь энергии при движении жидкости: потери по длине. Расчет коэффициента гидравлического трения.
171	Характер и виды потерь энергии при движении жидкости: местные потери
172	Вывод дифференциальных уравнений Эйлера. Физический смысл слагаемых, входящих в уравнения Эйлера для поля сил земного тяготения.
173	Силы, действующие на жидкость при равномерном вращении ее вокруг вертикальной оси в цилиндрическом сосуде. Вывод уравнения свободной поверхности для рассматриваемых условий.
174	Ламинарный режим движения, его особенности.
175	Турбулентный режим движения, его особенности.
176	Число Рейнольдса для цилиндрических труб и для потоков с некруглым сечением
177	Значение режима движения для расчета трубопроводов.
178	Причины разрушения ламинарного режима.
179	Уравнение Бернулли для установившегося потока несжимаемой жидкости.
180	Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли.
181	Уравнение неразрывности для потока.
182	Уравнение Бернулли при расчете потерь на прямолинейных участках трубопровода.
183	Зависимость коэффициента гидравлического трения от числа Рейнольдса при ламинарном и турбулентном режимах.
184	Основное уравнение центробежных машин (уравнение Эйлера).
185	Измельчение твердых материалов. Расход энергии.
186	Роль гидромеханических процессов в производстве продуктов питания из растительного сырья. Классификация гидромеханических процессов.
187	Сопrotивление движения тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения.
188	Движение жидкостей через неподвижные зернистые слои. Характеристики зернистого слоя: порозность, удельная поверхность слоя, удельная поверхность частицы, эквивалентный диаметр каналов.
189	Уравнение фильтрования и экспериментальное определение его констант. Промывка осадков. Скорость промывки.
190	Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Очистка газов от пыли в циклонах. Разделение суспензий и эмульсий в гидроциклонах. Фактор разделения.
191	Значение процессов теплообмена при переработке растительного сырья. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Стационарный и нестационарный перенос теплоты.
192	Дифференциальное уравнение теплопроводности. Конвекция и теплоотдача. Дифференциальное уравнение конвективного переноса теплоты.
193	Подобие тепловых процессов. Критериальное уравнение теплоотдачи. Теплопередача. Уравнение теплопередачи для плоской и цилиндрической стенок. Связь между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи.
194	Определение средней движущей силы процесса теплопередачи при переменных температурах теплоносителей. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре.
195	Материальный и тепловой балансы для однокорпусной выпарной установки. Общая и полезная разность температур. Тепловые потери в установках. Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена.
196	Многократное выпаривание. Сущность и преимущества многократного выпаривания. Материальный и тепловой балансы для многократного выпаривания.
197	Законы фазового равновесия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Направление процессов массопереноса, их обратимость.
198	Механизмы переноса массы. Молекулярная диффузия. Закон Фика. Дифференциальное уравнение молекулярной диффузии.
199	Дифференциальное уравнение переноса массы в потоке. Турбулентная диффузия. Диффузионный пограничный слой. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массоотдачи. Движущая сила процесса.
200	Критерии диффузионного подобия. Обобщенное уравнение массоотдачи. Основное уравнение массопередачи. Коэффициенты массопередачи и их выражения. Связь между коэффициентами массопередачи и коэффициентами массоотдачи.
201	Средняя движущая сила процессов массопередачи. Влияние гидродинамической структуры потоков на величину средней движущей силы массопередачи. Аналогия процессов тепло- и массопереноса в пищевой аппаратуре. Общие методы интенсификации процесса массопередачи. Роль и значение гидродинамики процесса.
202	Особенности массопередачи в системах с твердой фазой. Механизмы переноса в твердых телах, нестационарность массопереноса в твердых телах. Способы массопередачи в системах с твердой фазой.
203	Характеристика процесса абсорбции и области его применения. Выбор абсорбента. Физическая абсорбция и абсорбция, сопровождаемая химической реакцией. Равновесие между фазами. Влияние температуры и давления на равновесие.
204	Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Удельный расход абсорбента, его минимальное и оптимальное значение. Схемы проведения процесса абсорбции. Расчет абсорберов.
205	Простая перегонка. Материальный баланс. Определение температуры дистилляции и расход водяного пара.

206	Ректификация. Физические основы ректификационных процессов. Схемы установок для непрерывной и периодической ректификации.
207	Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей. Уравнение линий рабочих концентраций. Определение минимального и рабочего флегмового числа (зависимость между числом флегмы, расходом греющего пара, охлаждающей воды, производительностью и основными размерами аппарата).
208	Общая характеристика процессов кристаллизации из растворов и расплавов. Материальный и тепловой балансы кристаллизатора.
209	Кинетика процесса кристаллизации. Скорость роста кристаллов. Диффузионное сопротивление и сопротивление, обусловленное кристаллохимической реакцией на поверхности. Движущая сила процесса.
210	Общая характеристика процесса сушки. Общая схема конвективной сушилки. Свойства влажного воздуха.
211	Материальный и тепловой балансы конвективной сушилки. Действительная и теоретическая сушилки. Удельные расходы воздуха и тепла. Кинетика процесса сушки. Формы связи влаги с материалом. Испарение влаги с поверхности и перемещение внутри материала. Периоды постоянной и падающей скорости сушки.
212	Движущая сила процесса. Критическая и равновесная влажность материала. Кривая сушки и кривая изменения температуры высушиваемого образца. Кривые кинетики сушки. Приведенная критическая влажность высушиваемого материала. Продолжительность первого и второго периода сушки.
213	Законы гидродинамики. Физические представления о сопротивлениях. Основные характеристики движения в слое зернистого материала.
214	Понятие о псевдоожиженном состоянии зернистого слоя, условия его существования. Понятие критической скорости и скорости уноса.
215	Основное уравнение взвешенного слоя. Причины постоянства $\Delta P_{ст}$ при изменении $\omega_0$ в интервале скоростей воздуха от $\omega_{кр}$ до $\omega_{ун}$ .
216	Дифференциальное уравнение процесса фильтрования при постоянном перепаде давления и его решение.
217	Константы процесса фильтрования, их физический смысл и практическое значение.
218	Движущая сила фильтрования.
219	Теплопередача. Механизм процесса и основное уравнение теплопередачи.
220	Расчет коэффициента теплопередачи.
221	Тепловая нагрузка аппарата. Определение тепловой нагрузки аппарата.
222	Схемы движения теплоносителей. Определение среднего температурного напора
223	Связь коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи. Методы увеличения коэффициента теплопередачи
224	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах и каналах.
225	Формы связи влаги с материалом. Характер удаления влаги из материала.
226	Кривая сушки, её построение. Построение кривой скорости сушки, сущность метода графического дифференцирования.
227	Характеристика двух периодов сушки, критическая влажность материала.
228	Константа скорости сушки и её физический смысл. Определение продолжительности процесса сушки, вывод расчётных уравнений.
229	Измерение концентрации НК в водно-спиртовых смесях. Способы выражения состава фаз.
230	Расчет количества получаемого остатка путем графического интегрирования.
231	Расчет количества дистиллята и содержания в нем НК.
232	Сущность абсорбции. Законы массопередачи, которым подчиняется процесс абсорбции.
233	Движущая сила процессов массопередачи.
234	Сущность физической абсорбции и абсорбции, сопровождаемой химической реакцией

### 3.4 Задачи

#### 3.4.1 ПК-2- способностью владеть прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья

Номер вопроса	Текст вопроса
235	200 кг суспензии с концентрацией $c_n = 0,3$ % мас. подвергают отстаиванию. В результате отстаивания получено 120 кг осветленной жидкости с концентрацией $c_{ос} = 0,05$ % мас. Определить массу осадка $G_{ос}$ и содержание в нем твердой фазы $c_t$ , % мас
236	На заводском складе имеется фильтр с площадью поверхности фильтрования $S = 82$ м <sup>2</sup> . По технологическим условиям необходимо получить 6 м <sup>3</sup> фильтрата за 3 часа. Достаточно ли поверхность имеющегося фильтра, если опытное фильтрование суспензии на лабораторном фильтре при том же давлении и той же толщине слоя осадка показало, что константы процесса фильтрования имеют следующие значения: $K = 19,8 \cdot 10^{-4}$ м <sup>2</sup> /ч, $C = 1,39 \cdot 10^{-3}$ м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> .
237	Для получения разбавленного раствора соль интенсивно размешивается с водой при 64 °С посредством лопастной мешалки. Какова частота вращения мешалки, если диаметр ее 0,5 м, а мощность, потребляемая электродвигателем, 0,8 кВт. Физические характеристики для разбавленного солевого раствора принять такими же, как для воды
238	В воздухоподогревателе воздух нагревается от температуры $t'_1 = 20$ °С до $t'_2 = 210$ °С, а горячие газы охлаждаются от температуры $t_1 = 410$ °С до температуры $t_2 = 250$ °С. Определить средний температурный напор между воздухом и газом для движения их по противоточной и прямоточной схемам.
239	Определить концентрацию аммиака в воде на выходе из противоточного насадочного абсорбера, служащего для поглощения аммиака из смеси его с воздухом водой при следующих условиях: начальная концентрация аммиака в воде $x_n = 0$ кмоль/кмоль, ее расход $L = 3,89 \cdot 10^{-2}$ кмоль/с, конечная

240	Найти среднюю движущую силу процесса и число единиц переноса насадочного абсорбера, работающего по противоточной схеме и служащего для поглощения аммиака из смеси его с воздухом водой при следующих условиях: начальная концентрация аммиака в воде $x_n = 0$ кмоль/кмоль, ее расход $L = 4,31 \cdot 10^{-2}$ кмоль/с, начальная концентрация аммиака в воздухе $y_n = 0,02$ кмоль/кмоль, конечная $y_k = 0,003$ кмоль/кмоль. Расход газовой смеси $G = 2,07 \cdot 10^{-2}$ кмоль/с.
-----	--

**3.4.2 ПК-5- способность использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья**

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

### 3.5 Курсовой проект

#### 3.5.1 ПК-2- способностью владеть прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья

##### Примерная тематика курсового проекта

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

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

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

Наименование параметра	Номер задания							
	260	261	262	263	264	265	266	267
$G \cdot 10^{-3}$ , кг/ч	3,6	2,8	4,0	2,4	3,0	1,3	2,2	2,5
$t_1$ , °С	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	15,0	14,0	16,0

$t_2, ^\circ\text{C}$	65,0	68,0	72,0	75,0	78,0	58,0	52,0	55,0	
$p, \text{МПа}$	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,10	0,10	0,10	
Особенности задания	Пар насыщенный	Пар насыщенный, конденсат охлаждается на $10^\circ\text{C}$	Пар перегрет на $15^\circ\text{C}$ , конденсат отводится при температуре конденсации	Пар насыщенный	Пар насыщенный, конденсат охлаждается на $15^\circ\text{C}$	Пар насыщенный	Пар насыщенный	Пар насыщенный, конденсат охлаждается на $15^\circ\text{C}$	
	Вода			Спирт этиловый					
	Вещество	Вода						Спирт этиловый	

**Тема № 3.** Рассчитать и спроектировать вертикальный многоходовой подогреватель для сахарного раствора, производительностью -  $G$ . Начальная температура сахарного раствора -  $t_1$ , конечная температура сахарного раствора -  $t_2$ , концентрация сахара в растворе -  $b$ . Давление греющего насыщенного пара -  $p$ .

Наименование параметра	Номер задания													
	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	
$G, \text{т/ч}$	125,0	100,0	80,0	60,0	40,0	40,0	60,0	125,0	100,0	60,0	80,0	100,0	125,0	
$t_1, ^\circ\text{C}$	60,0	65,0	63,0	65,0	67,0	70,0	70,0	73,0	75,0	83,0	85,0	90,0	85,0	
$t_2, ^\circ\text{C}$	80,0	80,0	80,0	82,0	84,0	90,0	100,0	90,0	100,0	102,0	101,0	102,0	102,0	
$b, \% \text{ мас.}$	10,0	13,0	12,0	14,0	15,0	14,0	13,0	15,0	12,0	11,0	12,0	13,0	14,0	
$p, \text{МПа}$	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	

**Тема № 4.** Рассчитать и спроектировать конденсатор-холодильник для паров спирта. Пар полностью конденсируется в верхней трубчатой части аппарата, в нижней – змеевиковой части идет охлаждение конденсата. Аппарат обеспечивает работу брагоперегонного аппарата производительностью -  $G$  в сутки спирта сырца с объемной долей 88 %. Начальная температура охлаждающей воды  $t_1$ , конечная температура -  $t_2$ . Конденсат охлаждается до температуры -  $t_2'$ .

Наименование параметра	Номер задания					
	281	282	283	284	285	286
$3G, \text{дал/сут}$	1100	1250	1400	1550	1680	1750
$t_1, ^\circ\text{C}$	8,0	10,0	12,0	14,0	10,0	11,0
$t_2, ^\circ\text{C}$	56,0	58,0	60,0	62,0	64,0	66,0
$t_2', ^\circ\text{C}$	12,0	14,0	15,0	18,0	16,0	15,0

**Тема № 5.** Рассчитать и спроектировать спиральный теплообменный аппарат для подогрева воды за счет теплоты конденсирующегося водяного пара. В аппарат поступает -  $G$  воды с начальной температурой -  $t_1$ , температура воды на выходе из теплообменника -  $t_2$ . Давление насыщенного греющего пара -  $p_n$ .

Наименование параметра	Номер задания							
	287	288	289	290	291	292	293	
$G \cdot 10^{-3}, \text{кг/ч}$	25,0	27,0	29,0	32,0	36,0	39,0	44,0	
$t_1, ^\circ\text{C}$	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	10,0	13,0	
$t_2, ^\circ\text{C}$	65,0	68,0	73,0	79,0	84,0	80,0	70,0	
$p_n, \text{МПа}$	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,18	0,16	

**Тема № 6.** Рассчитать и спроектировать пластинчатый теплообменный аппарат для пивного суслу производительностью -  $G$ . Сусло в теплообменнике охлаждается от  $t_1'$  до  $t_2'$  водой, имеющей начальную температуру  $t_{1в}$ . Затем сусло охлаждается от  $t_2'$  до  $t_3'$  рассолом, имеющим начальную температуру -  $t_{1р}$ .

Наименование параметра	Номер задания									
	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303

$G, \text{ м}^3/\text{ч}$	4,0	4,4	4,9	5,3	5,8	6,3	6,9	7,4	8,0	8,6
$t'_1, \text{ }^\circ\text{C}$	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
$t'_2, \text{ }^\circ\text{C}$	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0
$t_{1в}, \text{ }^\circ\text{C}$	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	13,0	12,0	10,0
$t'_3, \text{ }^\circ\text{C}$	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	4,0	5,0	6,0	7,0	5,0
$t_{1в}, \text{ }^\circ\text{C}$	-5,0	-7,0	-4,0	-3,0	-6,0	-5,0	-7,0	-4,0	-3,0	-6,0

**Тема № 7.** Рассчитать и спроектировать оросительный теплообменный аппарат (холодильник) для пивного сусла производительностью -  $G$ . Сусло в теплообменнике охлаждается от  $t_1$  до  $t_2$  водой. Аппарат состоит из трех секций:

- 1) секция охлаждается водопроводной водой, имеющей начальную температуру -  $t_{1в}^I$  и конечную температуру -  $t_{2в}^I$ ;
- 2) секция охлаждается артезианской водой, имеющей начальную температуру -  $t_{1в}^{II}$ ;
- 3) секция охлаждается водой, предварительно охлажденной в испарителе холодильной установки и имеющей начальную температуру -  $t_{1в}^{III}$ .

Наименование параметра	Номер задания									
	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313
$G, \text{ дал/ч}$	380	400	420	450	480	500	520	550	570	600
$t_1, \text{ }^\circ\text{C}$	80,0	81,0	82,0	83,0	84,0	85,0	86,0	87,0	88,0	90,0
$t_2, \text{ }^\circ\text{C}$	4,0	5,0	6,0	4,0	5,0	6,0	4,0	5,0	6,0	5,0
$t_{1в}^I, \text{ }^\circ\text{C}$	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	15,0	16,0	17,0	18,0
$t_{2в}^I, \text{ }^\circ\text{C}$	60,0	62,0	64,0	66,0	68,0	70,0	66,0	68,0	65,	70,0
$t_{1в}^{II}, \text{ }^\circ\text{C}$	8,0	9,0	10,0	11,0	8,0	9,0	10,0	8,0	9,0	10,0
$t_{1в}^{III}, \text{ }^\circ\text{C}$	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0

**Тема № 8.** Рассчитать и спроектировать выпарную установку для проведения процесса выпаривания. Производительность выпарной установки –  $G$  раствора. Раствор, поступающий на выпаривание, имеет начальную концентрацию –  $B_n$ , концентрация раствора выходящего из выпарной установки –  $B_k$ . Давление греющего пара –  $p_{г.п.}$ , давление в последнем корпусе выпарной установки –  $p_k$ . Раствор поступает в первый корпус выпарной установки при температуре кипения.  $E$  – количество отбираемого по корпусам экстра-пара.

Наименование параметра	Номер задания													
	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327
$G, \text{ т/ч}$	50,0	75,0	100,0	125,0	150,0	100,0	50,0	75,0	100,0	60,0	80,0	0,5	0,3	2,0
$B_n, \text{ \% мас.}$	12,0	13,5	14,0	14,0	13,8	12,0	12,0	15,0	15,0	15,0	14,0	40,0	50,0	14,0
$B_k, \text{ \% мас.}$	60,0	60,0	65,0	64,0	65,0	65,0	55,0	60,0	55,0	60,0	60,0	85,0	90,0	50,0
$p_{г.п.}, \text{ МПа}$	0,30	0,32	0,29	0,30	0,35	0,32	0,32	0,30	0,35	0,32	0,35	0,20	0,20	0,30
$p_k, \text{ МПа}$	0,05	0,07	0,06	0,065	0,06	0,07	0,101	0,103	0,105	0,106	0,102			
$E_1, \text{ т/ч}$	8,2	11,2	14,9	26,0	25,0	13,0								
$E_2, \text{ т/ч}$	4,4	7,4	8,3	6,5	9,0	8,0								
$E_3, \text{ т/ч}$	4,8	8,5	10,0	12,0	12,5	9,0								
$E_4, \text{ т/ч}$	1,6	2,3	2,5	4,0	5,0	3,0								
Выпариваемый раствор	Сахарный раствор										Карамельный сироп			
Тип выпарной установки	Четырехкорпусная с концентратором						Трехкорпусная под давлением				Однокорпусная периодического действия	Однокорпусная непрерывного действия		

**Тема № 9.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания сока первой сатурации в машинно-аппаратурной схеме свеклосахарного производства.

Сок первой сатурации центробежным насосом 1 из сборника 2 подается через подогреватель 3 в гравитационный отстойник 4 (рис.). В подогревателе сок нагревается от  $t_n$  до  $t_k$  насыщенным водяным паром давлением  $p_n$ . Давление в отстойнике атмосферное. Расход сока  $V$ .

Сок подается по трубопроводу длиной  $l=l_{вс}+l_n$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l_n$ , высота всасывания  $h_{вс}$ , максимальная высота подъема сока  $H$ .



Номер задания	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25
$H, \text{ м}$	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$h_{\text{вс}}, \text{ м}$	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
$l_{\text{вс}}, \text{ м}$	8	10	9	11	13	12	14	15	1	8
$l_{\text{н}}, \text{ м}$	50	55	60	65	70	75	80	75	70	65
$l'_{\text{н}}, \text{ м}$	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
$t_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53
$t_{\text{к}}, ^\circ\text{C}$	92	93	94	95	94	93	92	93	94	95
$p_{\text{н}}, \text{ МПа}$	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26

**Тема № 10.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания фильтрованного сока первой сатурации в машинно-аппаратурной схеме свеклосахарного производства.

Фильтрованный сок первой сатурации из промежуточного сборника 1 насосом 2 через подогреватель 3 направляется в аппарат второй сатурации 4 (рис.). В подогревателе сок в объеме  $V$  нагревается от  $t_{\text{н}}$  до  $t_{\text{к}}$  насыщенным водяным паром давлением  $p_{\text{н}}$ . Давление в сатураторе  $p_{\text{с}}$ .

Сок подается по трубопроводу длиной  $l=l_{\text{вс}}+l_{\text{н}}$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_{\text{н}}$ , высота всасывания  $h_{\text{вс}}$ , максимальная высота подъема сока  $H$ .

Номер задания	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
$H, \text{ м}$	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$h_{\text{вс}}, \text{ м}$	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,1	0,5
$l_{\text{вс}}, \text{ м}$	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	5,3	5,1	4,9	4,7	3,3
$l_{\text{н}}, \text{ м}$	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
$l'_{\text{н}}, \text{ м}$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$t_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$	76	77	78	76	77	78	76	78	77	75
$t_{\text{к}}, ^\circ\text{C}$	93	94	95	94	93	94	95	93	94	95
$p_{\text{н}}, \text{ МПа}$	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17
$p_{\text{с}}, \text{ МПа}$	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11

**Тема № 11.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания сульфитированного сока в машинно-аппаратурной схеме свеклосахарного производства.

Сульфитированный сок насосом 1 из емкости 2 транспортируется через подогреватель 3 в первый корпус 4 выпарной установки (рис.). В подогревателе сок в объеме  $V$  нагревается от  $t_{\text{н}}$  до  $t_{\text{к}}$  насыщенным водяным паром давлением  $p_{\text{н}}$ . Давление в выпарном аппарате  $p_{\text{а}}$ .

Сок подается по трубопроводу длиной  $l=l_{\text{вс}}+l_{\text{н}}$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_{\text{н}}$ , высота всасывания  $h_{\text{вс}}$ , максимальная высота подъема  $H$ .

Номер задания	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8
$H, \text{ м}$	23	24	25	26	27	26	25	24	23	22
$h_{\text{вс}}, \text{ м}$	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7
$l_{\text{вс}}, \text{ м}$	8	9	10	11	12	13	12	11	10	9
$l_{\text{н}}, \text{ м}$	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
$l'_{\text{н}}, \text{ м}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$t_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$	60	65	63	65	67	70	73	75	83	85
$t_{\text{к}}, ^\circ\text{C}$	80	82	84	80	85	90	100	90	93	97
$p_{\text{н}}, \text{ МПа}$	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26
$p_{\text{а}}, \text{ МПа}$	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89

**Тема № 12.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для стерилизации жомопрессовой воды в машинно-аппаратурной схеме свеклосахарного производства.

Жомопрессовая вода из сборника 1 насосом 2 перекачивается через подогреватель 3 в отстойник 4 (рис.). В подогревателе вода нагревается от  $t_{\text{н}}$  до  $t_{\text{к}}$  насыщенным водяным паром давлением  $p_{\text{н}}$ . Давление в отстойнике атмосферное. Расход воды  $V$ .

Вода подается по трубопроводу длиной  $l=l_{\text{вс}}+l_{\text{н}}$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_{\text{н}}$ , высота всасывания  $h_{\text{вс}}$ , максимальная высота подъема  $H$ .

Номер задания	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	1,0	1,05	1,1	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,4	1,45
$H, \text{ м}$	15	16	17	18	19	20	19	18	17	16
$h_{\text{вс}}, \text{ м}$	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,1	0,5
$l_{\text{вс}}, \text{ м}$	2,3	3,2	4,1	5,3	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3
$l_{\text{н}}, \text{ м}$	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
$l'_{\text{н}}, \text{ м}$	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$t_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
$t_{\text{к}}, ^\circ\text{C}$	85	86	87	88	89	90	89	88	87	86
$p_{\text{н}}, \text{ МПа}$	0,2	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38

**Тема № 13.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания свежей питающей воды в схеме получения сока в колонном диффузионном аппарате.

Свежая питающая вода насосом 1 перекачивается из сборника 2 через теплообменник 3 и сульфитатор 4 в диффузионный аппарат 5 (рис.). Вода нагревается в теплообменнике от  $t_{\text{н}}$  до  $t_{\text{к}}$  насыщенным водяным паром давлением  $p_{\text{н}}$ . Давление в диффузионном аппарате  $p_{\text{д}}$ . Расход воды  $V$ .

Вода подается по трубопроводу длиной  $l=l_{\text{вс}}+l_{\text{н}}$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_{\text{н}}$ , высота всасывания  $h_{\text{вс}}$ , максимальная высота подъема воды  $H$ .

Номер задания	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
$H, \text{ м}$	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5
$h_{\text{вс}}, \text{ м}$	1,0	1,5	2,0	2,5	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1
$l_{\text{вс}}, \text{ м}$	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
$l_{\text{н}}, \text{ м}$	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
$l'_{\text{н}}, \text{ м}$	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
$t_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$t_{\text{к}}, ^\circ\text{C}$	69	70	71	72	71	70	69	70	71	72
$p_{\text{н}}, \text{ МПа}$	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
$p_{\text{д}}, \text{ МПа}$	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,11

**Тема № 14.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания воды в схеме станции непрерывного замачивания кукурузного зерна производства крахмала.

Вода насосом 1 перекачивается из емкости 2 через теплообменник 3 в чан для замачивания зерна 4 (рис.). Вода в объеме  $V$  нагревается в теплообменнике от  $t_{\text{н}}$  до  $t_{\text{к}}$  конденсатом водяного пара, начальная температура которого  $T_{\text{н}}$ , конечная  $T_{\text{к}}$ . Давление в замочном чане атмосферное. Вода подается по трубопроводу длиной  $l=l_{\text{вс}}+l_{\text{н}}$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_{\text{н}}$ , высота всасывания  $h_{\text{вс}}$ , максимальная высота подъема воды  $H$ .

Номер задания	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
$H, \text{ м}$	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
$h_{\text{вс}}, \text{ м}$	1,0	1,3	2,0	2,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,7
$l_{\text{вс}}, \text{ м}$	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$l_{\text{н}}, \text{ м}$	30	40	45	50	55	60	65	60	55	50
$l'_{\text{н}}, \text{ м}$	7	8	9	10	11	12	13	12	11	10
$t_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
$t_{\text{к}}, ^\circ\text{C}$	47	48	50	48	47	48	50	49	50	49
$T_{\text{н}}, ^\circ\text{C}$	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
$T_{\text{к}}, ^\circ\text{C}$	71	72	73	72	71	70	69	68	67	66

**Тема № 15.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания щелочного раствора в схеме мойки оборотных бутылок с групповым этикетотборником и гидроциклическим способом удаления этикеток. Щелочной раствор центробежным насосом 1 перекачивается из сборной емкости 2 через фильтр 3 и теплообменник 4 в зону струйной обработки бутылок 5 (рис.). Щелочной раствор нагревается в теплообменнике от  $t_{\text{н}}$  до  $t_{\text{к}}$  насыщенным водяным паром давлением 0,2 МПа. Давление на выходе струи и из форсунок  $p_{\text{с}}$ . Расход раствора  $V$ . Раствор подается по трубопроводу длиной  $l=l_{\text{вс}}+l_{\text{н}}$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_{\text{н}}$ , высота всасывания насоса  $h_{\text{вс}}$ , максимальная высота подъема  $H$ .

Номер задания	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	8	9	10	11	12	13	12	11	10	9
$H, \text{ м}$	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5
$h_{\text{вс}}, \text{ м}$	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15

$l_{bc}, \text{ м}$	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	4,5	4,0	3,5
$l_{H2}, \text{ м}$	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
$l'_{H2}, \text{ м}$	6	8	7	9	11	10	13	12	15	14
$t_{H2}, ^\circ\text{C}$	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
$t_{K2}, ^\circ\text{C}$	73	74	75	74	73	74	75	74	73	75
$p_c, \text{ МПа}$	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29

**Тема № 16.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для охлаждения барды в схеме производства кормовых дрожжей на мелассной барде.

Барда из сборника-стерилизатора 1 насосом 2 непрерывно подается через фильтр 3 и теплообменник 4 в чан-смеситель 5 (рис.). В теплообменнике барда охлаждается от  $T_n$  до  $T_k$  холодной водой, начальная температура которой  $t_n$ , конечная  $t_k$ . Расход барды  $V$ . Давление в чане-смесителе  $p_c$ .

Барда подается по трубопроводу длиной  $l=l_{bc}+l_n$ . Длина трубопровода от насоса до холодильника  $l'_n$ , высота всасывания насоса  $h_{bc}$ , максимальная высота подъема  $H$

Номер задания	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
$H, \text{ м}$	27	28	29	30	31	32	34	34	35	36
$h_{bc}, \text{ м}$	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
$l_{bc}, \text{ м}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$l_{H2}, \text{ м}$	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
$l'_{H2}, \text{ м}$	11	12	11	12	И	12	11	12	11	12
$t_n, ^\circ\text{C}$	97	98	99	100	97	98	99	100	99	98
$t_k, ^\circ\text{C}$	20	21	22	23	24	25	24	23	22	21
$T_{H2}, ^\circ\text{C}$	11	12	13	14	15	16	15	14	13	12
$T_{K2}, ^\circ\text{C}$	23	25	27	29	30	31	32	33	34	35
$p_c, \text{ МПа}$	1,0	1,01	1,0	1,0	1,01	1,0	1,01	1,0	1,01	1,0

**Тема № 17.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания моноэтаноламина в схеме получения углекислого газа из отходящих дымовых газов.

Насыщенный углекислым газом раствор моноэтаноламина из нижней части абсорбера 1 насосом 2 подается через теплообменник 3 на разбрызгивающее устройство десорбера 4 (рис.). Моноэтаноламин в объеме  $V$  нагревается в теплообменнике от  $t_n$  до  $t_k$  насыщенным водяным паром давлением  $p_n$ . Давление в разбрызгивающих устройствах  $p_p$ .

Моноэтаноламин подается по трубопроводу длиной  $l=l_{bc}+l_n$ . Длина трубопровода от насоса до холодильника  $l'_n$ , высота всасывания насоса  $h_{bc}$ , максимальная высота подъема  $H$

Номер задания	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	0,80	0,85	0,90	0,95	0,10	0,15	0,20	0,15	0,10	0,95
$H, \text{ м}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$h_{bc}, \text{ м}$	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
$l_{bc}, \text{ м}$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l_{H2}, \text{ м}$	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
$l'_{H2}, \text{ м}$	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$t_k, ^\circ\text{C}$	91	92	93	94	95	94	93	92	91	90
$t_n, ^\circ\text{C}$	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
$p_n, \text{ МПа}$	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30
$p_p, \text{ МПа}$	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50

**Тема № 18.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания воды при замачивании зерна ячменя в производстве солода.

Вода из сборника 1 насосом 2 подается через теплообменник 3 в замочный чан 4 (рис.). Вода нагревается в теплообменнике от  $t_n$  до  $t_k$  конденсатом водяного пара, который охлаждается от  $T_n$  до  $T_k$ . Давление в замочном чане атмосферное. Расход воды  $V$ .

Вода подается по трубопроводу длиной  $l=l_{bc}+l_n$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_n$ , максимальная высота подъема  $H$ .

Номер задания	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	0,5	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
$H, \text{ м}$	12	13	14	15	16	15	14	13	12	11
$l_{bc}, \text{ м}$	8	9	10	11	10	9	8	7	6	5
$l_{H2}, \text{ м}$	40	45	50	55	60	65	60	55	50	45
$l'_{H2}, \text{ м}$	8	9	10	11	12	13	12	11	10	9
$t_n, ^\circ\text{C}$	10	11	12	13	14	20	21	22	23	24

$t_k, ^\circ\text{C}$	20	25	30	35	40	50	51	52	53	54
$T_{нз}, ^\circ\text{C}$	92	91	90	93	94	95	92	91	90	93
$T_{кз}, ^\circ\text{C}$	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
	Теплое замачивание					Горячее замачивание				

**Тема № 19.** Рассчитать и спроектировать теплообменный аппарат для нагревания смеси «этиловый спирт - вода» в схеме ректификационной установки непрерывного действия.

Исходная смесь из сборника 1 насосом 2 подается через подогреватель 3 на питательную тарелку ректификационной колонны 4 (рис.). Производительность колонны по дистилляту  $D$ , массовая концентрация низкокипящего компонента в исходной смеси  $a_F$ , в дистилляте  $a_D$ , в кубовом остатке  $a_W$ . Давление греющего пара  $p_{гр}$ . Давление в колонне атмосферное. Смесь подается по трубопроводу длиной  $l=l_{вс}+l'_н$ . Длина трубопровода от насоса до теплообменника  $l'_н$ , высота всасывания насоса  $h_{вс}$ , максимальная высота подъема  $H$ .

Номер задания	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437
$D$ , кг/с	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
$a_F$ , % масс.	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29
$a_D$ , % масс.	85	86	87	88	89	90	89	88	87	86
$a_W$ , % масс.	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
$p_{гр}$ , МПа	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2
$H$ , м	10	11	12	13	14	15	14	13	12	11
$h_{вс}$ , м	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
$l_{вс}$ , м	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8
$l'_н$ , м	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$l_{нз}$ , м	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

### 3.5.2 ПК-5- способность использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья

**Тема №20.** Рассчитать и спроектировать сушильную установку непрерывного действия для высушивания влажного материала.

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

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

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

Наименование параметра	Номер задания					
	448	449	450	451	452	453
$G_H$ , т/ч	0,75	0,50	9,0	10,0	12,0	15,0
$W_H$ , %	78,0	1,9	1,5	1,6	1,8	0,7
$W_K$ , %	6,0	0,12	0,14	0,13	0,15	0,14
$t_1$ , $^\circ\text{C}$	125	100	105	108	110	105
$t_2$ , $^\circ\text{C}$	55	65	65	68	70	65
$\varphi_2$ , %	–	–	–	–	–	–
$\Theta$ , $^\circ\text{C}$	15,0	30,0	30,0	25,0	28,0	30,0

$q_n, \%$	10,0	10,0	12,0	15,0	18,0	12,0
Тип сушилки	Распылительная			С кипящим слоем		
Высушиваемый материал	Картофель			Сахар		

**Тема № 21.** Рассчитать и спроектировать ректификационную установку непрерывного действия для разделения под атмосферным давлением бинарной смеси этанол-вода в схеме производства этанола сернокислотной гидратацией этилена.

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

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

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

**Тема № 22.** Рассчитать и спроектировать установку, включающую в себя тарельчатую абсорбционную колонну предназначенную для улавливания паров этилового спирта из газов брожения (смесь паров этилового спирта, воды и углекислого газа) водой.

Концентрация паров этилового спирта в газах брожения на входе в абсорбер -  $c$ , степень извлечения этилового спирта -  $\varepsilon$ , производительность аппарата по водно-спиртовой смеси -  $G$ , концентрация спирта в водноспиртовом растворе на выходе из абсорбера -  $x_{вых}$ . Концентрация этилового спирта в воде на входе в абсорбер -  $x_{вход} = 0$ , температура в аппарате -  $t$ , давление в аппарате атмосферное

Наименование параметра	Номер задания										
	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	
$G \cdot 10^{-3}, \text{ кг/ч}$	1,0	2,0	1,5	2,5	3,0	3,5	0,5	0,8	1,2	2,7	
$c, \text{ г/см}^3$	2,0	5,8	9,8	13,4	18,4	25,7	32,3	42,9	12,0	3,0	
$\varepsilon, \%$	95,0	95,0	90,0	90,0	98,0	98,0	80,0	85,0	80,0	85,0	
$x_{вых}, \%$	1,0	3,0	5,0	7,0	10,0	15,0	20,0	30,0	5,0	10,0	
$t, ^\circ\text{C}$	23,0	22,0	22,0	23,0	20,0	23,0	18,0	18,0	23,0	20,0	

**Тема № 23.** Кристаллизация сахарозы происходит из раствора, насыщенного при  $t_n$  при охлаждении его до  $t_k$  без удаления воды. Масса исходного раствора  $G_p$ . Продолжительность процесса кристаллизации  $\tau$ . Начальная температура охлаждающей воды  $t_{в.н}$ .

Наименование параметра	Номер задания										
	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	
$G_p, \text{ кг}$	300	250	350	400	320	350	380	500	470	450	
$t_n, ^\circ\text{C}$	70	72	72	73	73	74	74	75	75	76	
$t_k, ^\circ\text{C}$	30	32	33	34	34	35	33	31	33	36	
$\tau, \text{ ч}$	4	6	4	5	4	3	4	4	5	5	
$t_{в.н}, ^\circ\text{C}$	20	18	16	15	13	12	11	10	11	12	

**Тема № 24.** На кристаллизацию поступает  $G_p$  раствора, массовая доля сухих веществ в утфеле  $СВ_y$ , содержание (массовая доля) сухих веществ в исходном сиропе принять равным содержанию сухих веществ в прокачиваемом сиропе  $СВ_0 = СВ_{п.}$  Чистота начального сиропа  $Ч_0$ . Чистота прокачиваемого сиропа  $Ч_{п.}$  Температура кипения утфеля  $t_y$ . Растворимость сахара  $H$ . Коэффициент пересыщения межкристального раствора  $\Pi$ . Давление греющего пара  $p_r$ . Отношение объема начального сиропа к величине поверхности нагрева  $\psi$ . Давление насыщенного вторичного пара  $p_{вт.}$

Наименование параметра	Номер задания									
	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493
$G_p \cdot 10^{-3}$ , кг	25,0	30,0	35,0	35,0	37,0	40,0	43,0	45,0	47,0	55,0
$СВ_y$ , %	90,0	91,0	91,0	92,0	92,3	92,5	92,3	93,0	93,0	92,0
$СВ_0$ , %	65,0	64,0	64,5	65,0	64,0	64,0	65,0	65,0	64,0	64,0
$Ч_0$ , %	91,0	92,0	90,5	89,0	90,5	91,5	91,0	90,0	91,0	92,5
$t_y$ , °C	74,0	74,8	75,5	76,0	76,0	77,0	76,0	75,0	74,0	73,0
$\Pi$	1,15	1,20	1,8	1,17	1,23	1,30	1,25	1,20	1,23	1,25
$p_r$ , кгс/см <sup>2</sup>	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3
$\psi$ , дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	35,0	40,0	0,43	45,0	48,0	50,0	53,0	55,0	57,0	60,0
$p_{вт.}$ , кгс/см <sup>2</sup>	0,21	0,217	0,22	0,23	0,24	0,24	0,23	0,218	0,21	0,20

**Тема № 25.** Рассчитать и спроектировать установку включающую экстракционный аппарат для осуществления экстракции в системе жидкость-жидкость.

Производительность экстрактора –  $V$  рафината (сплошная фаза). Начальная концентрация извлекаемого компонента в исходной смеси –  $x'$ , конечная концентрация -  $x''$  Концентрация извлекаемого компонента в экстрагенте на выходе из колонны  $y''$ , а на входе  $y'$ .

Наименование параметра	Номер задания				
	494	495	496	497	498
$V$ , м <sup>3</sup> /ч	30,0	25,0	20,0	10,0	5,0
$x'$ , кг/м <sup>3</sup>	100	120	150	180	200
$x''$ , кг/м <sup>3</sup>	1,8	1,6	1,2	1,5	1,5
$y''$ , кг/м <sup>3</sup>	180	200	210	230	250
$y'$ , кг/м <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Рабочая смесь	Бензол – уксусная кислота				
Извлекаемый компонент	Уксусная кислота				
Экстрагент	Вода				

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

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

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

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

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<b>ПК-5 - способностью использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья</b>					
<b>Знать</b> основные процессы, происходящие при производстве продуктов питания из растительного сырья	Собеседование (экзамен)	Знание основных процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья	обучающийся грамотно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Тест	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 50% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
Собеседование (зачет)	Знание основных процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья	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	Освоена (базовый, повышенный)	
		обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания и/или задачи, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)	
<b>Уметь</b> проводить и рассчитывать с использованием специализированных знаний фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики основные процессы, происходящие при производстве продуктов питания из растительного сырья	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение проводить и рассчитывать с использованием специализированных знаний фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики основные процессы, происходящие при производстве продуктов питания из 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>Владеть</b> методиками выполнения расчетов с использованием специализированных зна-	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причи-	зачтено	Освоена (повы-

ний фундамен- тальных разделов физики, химии, биохимии, матема- тики основных про- цессов, происхо- дящих при произ- водстве продуктов питания из расти- тельного сырья			ны случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации		шенный)	
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не пред- ложил вариантов решения	зачтено	Освоена (базо- вый)	
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуа- ции, не выявил причины случившегося и не предло- жил вариантов решения	не зачтено	Не освоена (не- достаточный)	
	Задача	Содержание решения		обучающийся грамотно и без ошибок решил задачу	Зачтено	Освоена (повы- шенный)
				обучающийся правильно решил задачу, но в вычис- лениях допустил ошибки	Зачтено	Освоена (повы- шенный)
				обучающийся предложил вариант решения задачи	Зачтено	Освоена (базо- вый)
				обучающийся не предложил вариантов решения за- дачи	Не зачтено	Не освоена (не- достаточный)
	Курсовой проект	Материалы курсового проекта, защита		обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, замечаний по тексту и оформле- нию работы нет, грамотно защитил работу	Отлично	Освоена (повы- шенный)
				обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются незначительные за- мечания по тексту и оформлению работы, при защи- те допустил не более 2-3 ошибок при ответе на во- просы	Хорошо	Освоена (повы- шенный)
				обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа фор- мата А1, но допущены незначительные ошибки в расчетах, имеются значительные замечания по тек- сту и оформлению работы, при защите допустил не более 5 ошибок при ответе на вопросы	Удовлетвори- тельно	Освоена (базо- вый)
				обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа фор- мата А1, но имеются значительные ошибки в расче- тах, значительные замечания по тексту и оформле- нию работы, не смог защитить проект	Неудовлетвори- тельно	Не освоена (не- достаточный)
	<b>ПК-2- способностью владеть прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья</b>					
<b>Знать</b> прогрессив- ные методы под- бора и эксплуата- ции технологиче- ского оборудова-	Собеседование (экза- мен)	Знание прогрессивных мето- дов подбора и эксплуатации технологического оборудова- ния при производстве про- дуктов питания из раститель-	обучающийся грамотно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повы- шенный)	
			обучающийся правильно решил кейс-задания, отве- тил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повы- шенный)	
			обучающийся предложил вариант решения кейс-	Удовлетвори-	Освоена (базо-	



ния при производстве продуктов питания из растительного сырья		ного сырья	задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	тельно	вый)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Тест	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 50% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знание прогрессивных методов подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья	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	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания и/или задачи, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь</b> применять прогрессивные методы подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья	Собеседование (защита лабораторных работ)	Умение применять прогрессивные методы подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из 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>Владеть</b> прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Задача	Содержание решения	обучающийся грамотно и без ошибок решил задачу	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил задачу, но в вычислениях допустил ошибки	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения задачи	Зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения задачи	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)

			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, замечаний по тексту и оформлению работы нет, грамотно защитил работу	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются незначительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 2-3 ошибок	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но допущены незначительные ошибки в расчетах, имеются значительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 5 ошибок при ответе на вопросы	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическая часть в объеме не менее 1 листа формата А1, но имеются значительные ошибки в расчетах, значительные замечания по тексту и оформлению работы, не смог защитить проект	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Курсовой проект	Материалы курсового проекта, защита			