

Документ подписан электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Апатенко Александр Сергеевич  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 2024.03.24 14:47:52  
Уникальный программный ключ:  
966df42f20792acade08f7f8f984d664010981da



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечения предприятий»



И.о. директора института механики и энергетики  
имени В.П. Горячкина  
В.П. Горячкина  
А. С. Апатенко  
2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.01.07 ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность: Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы

Курс 3

Семестр 6

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Москва, 2023

Разработчики: Шевкун В.А.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«25» 06 2023г.

Рецензент: Стушкина Н. А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«26» 06 2023г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки: 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Программа обсуждена на заседании кафедры ТГ и ЭОП протокол № 13 от «27» 06 2023г.

И.о. зав. кафедрой Кожевникова Н. Г., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«27» 06 2023г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«28» 06 2023г.

Протокол № 13 от «28» 06 2023 г.

И.о. заведующий выпускающей кафедрой Кожевникова Н. Г., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация .....	4
1. Цель освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в учебном процессе.....	5
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ .....	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	9
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	12
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	14
6.1.1. Перечень тестов, выносимых на промежуточную аттестацию .....	14
6.1.2. ВЫПОЛНЕНИЕ И ЗАЩИТА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ.....	22
6.1.3. ВЫПОЛНЕНИЕ И ЗАЩИТА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	24
6.1.4. ТЕМАТИКА ЗАДАНИЙ НА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ.....	26
6.1.5. Перечень вопросов для защиты расчетно-графической работе .....	27
6.1.6. Перечень вопросов к экзамену .....	28
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	29
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	31
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	31
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	31
7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	32
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	32
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	32
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	33
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	33
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	34
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	34
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	35

**Аннотация**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.В.01.07 «Процессы и аппараты» для подготовки бакалавров**  
**по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,**  
**направленности «Энергообеспечение предприятий, тепловые и техниче-**  
**ские системы»**

**Цель освоения дисциплины научиться:**

- ознакомить студентов областью процессов и аппаратов при переработке сельскохозяйственных продуктов, позволяющих осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий с использованием информационных технологий, современных цифровых инструментов Kahoot, Moodle, Fotor, SimInTech;
- разрабатывать с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлении коммуникации посредством Webinar, Zoom, Mentimeter.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть, формируемая участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируется следующая компетенция: ПКос-1 (индикаторы достижения компетенций: ПКос-1. 3).

**Краткое содержание дисциплины:** значение процессов переработки в сельском хозяйстве, классификация процессов и их кинетические закономерности, механические процессы (прессование, измельчение, классификация), гидромеханические процессы (гравитационное и центробежное осаждение, фильтрование под действием перепада давлений и центробежное фильтрование, псевдооживление, перемешивание в жидких средах).

**Общая трудоемкость дисциплины:** 4 зач. ед. (144 часа/ в том числе 4 ч. практической подготовки).

**Промежуточный контроль:** экзамен.

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения Б1.В.01.07 «Процессы и аппараты» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к:

- студентами умений и навыков в области процессов и аппаратов при переработке сельскохозяйственных продуктов;
- осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий с использованием информационных технологий;
- готовности к производственно-технологической профессиональной деятельности с использованием современных программных средств подготовки конструкторско-технологической документации, информационных технологий, современных цифровых инструментов Kahoot, Moodle, Fotor, SimInTech, в том

числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлении коммуникации посредством Webinar, Zoom, Mentimeter.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Процессы и аппараты» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана обязательной части блока Б1.В.01.07. Дисциплина «Процессы и аппараты» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы». Согласно учебному плану изучается в шестом семестре.

*Предшествующими дисциплинами* являются курсы: Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (3 курс, 5 семестр), Основы водоподготовки (3 курс, 5 семестр), Техническая термодинамика (3 курс, 5 семестр), Начертательная геометрия и инженерная графика (2 курс, 3 семестр), Теоретическая механика (2 курс, 3 семестр), Прикладная механика (2 курс, 4 семестр).

*Сопутствующими дисциплинами* являются курсы: Применение теплоты в АПК (3 курс, 5 семестр), Источники и системы теплоснабжения предприятий (3 курс, 5 семестр), Применение теплоты в АПК (3 курс, 6 семестр).

Дисциплина «Процессы и аппараты» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Тепломассообменное оборудование предприятий (4 курс, 7 семестр), Источники и системы теплоснабжения предприятий (4 курс, 7 семестр), Системы отопления и вентиляции (4 курс, 8 семестр), Применение теплоты в АПК (4 курс, 7 семестр), Тепловые двигатели и нагнетатели (4 курс, 7 семестр).

Особенностью дисциплины «Процессы и аппараты» является то, что сформированные компетенции у обучающихся на предшествующих курсах влияют на освоение компетенций обучающимися по данной дисциплине.

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, в том числе цифровых, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ПКос-1	Способен осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий	ПКос-1.3 Обосновывает выбор целесообразного проектного решения систем энергообеспечения предприятий	физическую сущность процессов, конструкции аппаратов для их проведения, пути повышения эффективности систем энергообеспечения предприятий с их применением с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint); организацию его монтажа, наладки, технического обслуживания, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	выбирать необходимые аппараты для проведения процессов в системах энергообеспечения предприятий, анализировать их работу и осуществлять требуемые технические расчеты, в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint); осуществлять организацию его монтажа, наладки, технического обслуживания, посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	методами анализа и расчета процессов и аппаратов, используемых в системах энергообеспечения предприятий, оценки эффективности их применения, в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab); организации его монтажа, наладки, технического обслуживания, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов MS Office: Word, Excel, PowerPoint; Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ в 6 семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в 6 семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в семестре № 6
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>82,4/4</b>	<b>82,4/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>82,4/4</b>	<b>82,4/4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	32/4	32/4
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	32	32
<i>консультация перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>61,6</b>	<b>61,6</b>
<i>Расчетно-графическая работа (подготовка)</i>	10	10
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (про-работка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, и т.д.)</i>	27	27
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля	Экзамен	

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование тем дисциплины	Всего	Аудиторная работа				Внеауди-торная ра-бота СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1 Классификация процессов переработки сельскохозяйственных продуктов	7,6	2				5,6
Тема 1. Классификация и кинетические закономерности процессов	7,6	2				5,6
Раздел 2. Механические процессы	44/2	6	10/2	8		20
Тема 2. Измельчение и классификация измельченных материалов, флотация	28	4	6	6		12
Тема 3. Прессование	16	2	4	2		8
Раздел 3. Гидромеханические процессы	90	8	22	24		36
Тема 4. Осаждение гравитационное и центробежное	24/2	2	6/2	6		10
Тема 5. Фильтрация под действием перепада давлений и центробежное	24	2	6	6		10
Тема 6. Псевдоожижение	22	2	6	6		8
Тема 7. Перемешивание	20	2	4	6		8

Наименование тем дисциплины	Всего	Аудиторная работа				Внеауди- торная ра- бота СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПК Р	
консультации перед экзаменом	2				2	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4				0,4	
<b>Всего за 6 семестр</b>	<b>144/4</b>	<b>16</b>	<b>32/4</b>	<b>32</b>	<b>2,4</b>	<b>61,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144/4</b>	<b>16</b>	<b>32/4</b>	<b>32</b>	<b>2,4</b>	<b>61,6</b>

## **Раздел 1 Классификация процессов переработки сельскохозяйственных продуктов**

### **Тема 1. Классификация и кинетические закономерности процессов**

Значение процессов переработки в сельском хозяйстве. Основные технологии переработки сельскохозяйственных продуктов. Классификация основных процессов переработки. Кинетические закономерности процессов. Единая кинетическая закономерность. Периодические и непрерывные процессы. Выбор аппаратов и определение их основных размеров.

## **Раздел 2. Механические процессы**

### **Тема 2. Измельчение и классификация измельченных материалов**

Классификация способов измельчения. Общая теория измельчения (дробления) твердых тел. Измельчение методом дробления и методом истирания. Принципы и способы разделения измельченных материалов: механическое (грохочение), гидравлическое и воздушное (сепарирование).

### **Тема 3. Прессование**

Теоретические предпосылки процесса. Гранулирование комбикормов. Брикетирование комбикормов. Прессование масличных семян.

## **Раздел 3. Гидромеханические процессы**

### **Тема 4. Осаждение гравитационное и центробежное**

Классификация неоднородных систем. Гравитационное осаждение: физическая сущность, назначение, примеры применения, кинетика, аппаратурное оформление, расчет отстойника. Центробежное осаждение: физическая сущность, фактор разделения, циклонный процесс и центрифугирование, кинетика, аппаратурное оформление.

### **Тема 5. Фильтрация под действием перепада давлений и центробежное**

Физическая сущность, примеры применения. Кинетика фильтрации и его разновидности (фильтрация с образованием слоя осадка и с забивкой пор фильтра). Центробежное фильтрация. Конструкции фильтров.

### **Тема 6. Псевдооживление**

Псевдооживление зернистых и порошкообразных материалов. Назначение процесса и его физическая сущность. Перепад давления в слое. Скорость начала псевдооживления, скорость уноса, рабочая скорость, число псевдооживления. Псевдооживление однородное и неоднородное.

### **Тема 7. Перемешивание**

Назначение, способы перемешивания. Перемешивание в жидкой среде. Способы перемешивания жидких сред. Перемешивание сыпучих тел. Эффек-

тивность перемешивания, расчет мощности, затрачиваемой на механическое перемешивание.

#### 4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	<b>Раздел 1. Классификация процессов переработки сельскохозяйственных продуктов</b>				<b>2</b>
	<b>Тема 1</b> <i>Классификация и кинетические закономерности процессов</i>	<b>Лекция № 1</b> Классификация и кинетические закономерности процессов	ПКос-1.3	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
2.	<b>Раздел 2. Механические процессы</b>				<b>24</b>
	<b>Тема 2</b> <i>Измельчение и классификация измельченных материалов</i>	<b>Лекция № 2</b> Измельчение и классификация измельченных материалов, флотация	ПКос-1.3	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	4
		<b>Практическое занятие № 1</b> Измельчение и классификация измельченного материала	ПКос-1.3	Защита практической работы № 1 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	6
		<b>Лабораторные работы № 1</b> Определение дисперсного состава сыпучих материалов. Расчет и представление результатов с использованием информационных технологий (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint)	ПКос-1.3	Защита лабораторной работы № 1 COUNT.EXE	6/2
	<b>Тема 3</b> <i>Прессование</i>	<b>Лекция № 3</b> Прессование	ПКос-1.3	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Практическое занятие № 2</b> Расчет прессования	ПКос-1.3	Защита практической работы № 1 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	4
		<b>Лабораторные работы № 2</b> Изучение процесса прессования. Расчет и представление результатов с использованием информационных технологий	ПКос-1.3	Защита лабораторной работы № 1 COUNT.EXE	2

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		(Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint)			
3.	<b>Раздел 3. Гидромеханические процессы</b>				<b>54</b>
	<b>Тема 4</b> <i>Осаждение гравитационное и центробежное</i>	<b>Лекция № 4</b> Осаждение гравитационное и центробежное	ПКос-1.3	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Лабораторная работа № 3</b> Изучение кинетики гравитационного осаждения. Расчет и представление результатов с использованием информационных технологий (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint)	ПКос-1.3	Защита лабораторной работы № 1 COUNT.EXE	6
		<b>Практические занятия № 3</b> Расчет отстойника	ПКос-1.3	Защита практической работы № 1 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	3
		<b>Практическое занятие № 4</b> Расчет осадительной центрифуги, выбор циклона	ПКос-1.3	Защита практической работы № 1 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel Тестирование sdo.timacad.ru	3
	<b>Тема 5</b> <i>Фильтрация под действием перепада давлений и центробежное</i>	<b>Лекция № 6</b> Фильтрация под действием перепада давлений и центробежное	ПКос-1.3	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Лабораторная работа № 4</b> Определение констант фильтрации. Расчет и представление результатов с использованием информационных технологий (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint)	ПКос-1.3	Защита лабораторной работы № 1 COUNT.EXE	6/2
		<b>Практическое занятие № 5</b> Фильтрация под действием перепада давления с образованием слоя осадка	ПКос-1.3	Защита практической работы № 1 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	3
		<b>Практическое занятия № 6</b> Центробежное фильтрование	ПКос-1.3	Защита практической работы № 1	3

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
				COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	
	<b>Тема 6</b> <i>Псевдооживление</i>	<b>Лекция 7</b> Псевдооживление	ПКос-1.3	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Лабораторная работа № 5</b> Определение скорости начала псевдооживления, скорости уноса, рабочей скорости. Расчет и представление результатов с использованием информационных технологий (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint)	ПКос-1.3	Защита лабораторной работы № 1 COUNT.EXE	6
		<b>Практическое занятие № 7</b> 1) Определение гидравлического сопротивления псевдооживленного слоя 2) Расчет аппаратов с псевдооживленным слоем	ПКос-1.3	Защита практической работы № 1 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel	6
	<b>Тема 7</b> <i>Перемешивание</i>	<b>Лекция № 8</b> Перемешивание	ПКос-1.3	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle	2
		<b>Лабораторная работа № 6</b> Испытание лопастной мешалки. Расчет и представление результатов с использованием информационных технологий (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint)	ПКос-1.3	Защита лабораторной работы № 1 COUNT.EXE	6
		<b>Практическое занятия № 8</b> Расчет мощности, затрачиваемой на перемешивание	ПКос-1.3	Защита практической работы № 1 COUNT.EXE Решение задач Office: Word, Excel Тестирование sdo.timacad.ru	4

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1 Классификация процессов переработки сельскохозяйственных продуктов</b>		
1.	<b>Тема 1</b> Классификация и ки	Конструктивные особенности аппаратов периодического и непрерывного действия, схемы технологических процессов

№ п/п	Название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	нетические закономерности процессов	обработки и переработки сельскохозяйственных продуктов (ПКос-1 (ПКос-1.3))
<b>Раздел 2. Механические процессы</b>		
2.	<b>Тема 2</b> Измельчение и классификация измельченных материалов.	Измельчение кусковых и зернистых материалов: принципы действия, конструктивные особенности и функциональное назначение измельчающих машин (ПКос-1 (ПКос-1.3)) Классификация измельченных материалов: механическая (грохочение), гидравлическая, воздушная (сепарирование) (ПКос-1 (ПКос-1.3))
3.	<b>Тема 3</b> Прессование	Прессование: принципы действия, конструктивные особенности и функциональное назначение прессовальных машин (ПКос-1 (ПКос-1.3))
<b>Раздел 3. Гидромеханические процессы</b>		
4.	<b>Тема 4</b> Осаждение гравитационное и центробежное	Конструктивное исполнение аппаратов для очистки газов, суспензий и эмульсий (ПКос-1 (ПКос-1.3))
		Мокрое пылеулавливание (ПКос-1 (ПКос-1.3))
		Конструкции отстойных центрифуг (ПКос-1.3)
		Конструкции циклонов (ПКос-1.3)
5.	<b>Тема 5</b> Фильтрация под действием перепада давлений и центробежное	Конструктивные особенности аппаратов для фильтрации под действием перепада давлений (ПКос-1.3)
		Конструктивные особенности фильтрующих центрифуг (ПКос-1 (ПКос-1.3))
6.	<b>Тема 6</b> Псевдооживление	Разновидности аппаратов взвешенного слоя: с классическим псевдооживленным (кипящим) слоем, с фонтанирующим слоем, с закрученным слоем, пневмотранспортные (ПКос-1 (ПКос-1.3))
7.	<b>Тема 7</b> Перемешивание	Способы перемешивания, конструкции мешалок (ПКос-1 (ПКос-1.3))

### 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины, для организации условий освоения студентами компетенций, используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной), активные (проблемное обучение, коллективно-групповое обучение) и интерактивные технологии (дистанционная технология, электронное обучение, ТВ-технологии, сетевые технологии), в том числе с применением современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint), цифровых платформ (Webinar, Zoom, Mentimeter) и цифровых инструментов (Kahoot, Moodle, Fotor, SimInTech).

Таблица 6

#### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	<b>Тема 1</b> Классификация и кинетические закономерности процессов	Л Проблемная технология. Информационно-коммуникационная технология

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
2.	<b>Тема 2</b> Измельчение и классификация измельченных материалов	Л	Проблемная технология. Информационно-коммуникационная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
3.	<b>Тема 3</b> Прессование	Л	Проблемная технология. Информационно-коммуникационная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
4.	<b>Тема 4</b> Осаждение гравитационное и центробежное	Л	Проблемная технология. Информационно-коммуникационная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
5.	<b>Тема 5</b> Фильтрация под действием перепада давлений и центробежное	Л	Проблемная технология. Информационно-коммуникационная технология
		ЛР	Бригадно-лабораторный метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))
6.	Тема 6 Псевдооживление	Л	Проблемная технология. Информационно-коммуникационная технология
ЛР		Бригадно-лабораторный метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))	
ПЗ		Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))	
7.	Тема 7 Перемешивание	Л	Проблемная технология. Информационно-коммуникационная технология
ЛР		Бригадно-лабораторный метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))	
ПЗ		Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электронными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))	

**6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

**6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

**6.1.1. Перечень тестов, выносимых на промежуточную аттестацию**

**Тест 1 по разделам 1 «Классификация процессов переработки сельскохозяйственных продуктов» и 2 «Механические процессы»**

***Задание 1. Какие из нижеперечисленных процессов относятся к гидромеханическим?***

1. Кристаллизация;
2. Растворение;
3. Перегонка;
4. Выпаривание;
5. Конденсация;

6. Осаждение взвешенных частиц в газовой или жидкой среде;
7. Фильтрация;
8. Псевдоожижение.

**2. Какие из нижеперечисленных процессов относятся к тепловым?**

1. Сушка;
2. Перегонка;
3. Выпаривание;
4. Конденсация;
5. Тепловая денатурация белков;
6. Охлаждение.

**3. Какие из нижеперечисленных процессов относятся к массообменным?**

1. Кристаллизация;
2. Растворение;
3. Перегонка;
4. Выпаривание;
5. Конденсация;
6. Сушка;
7. Смешение.

**4. Какие из нижеперечисленных процессов относятся к массообменным?**

1. Процессы, скорость которых определяется законами механики и гидродинамики;
2. Процессы, связанные с переносом теплоты от более нагретых к менее нагретым;
3. Процессы, связанные с переносом вещества в различных агрегатных состояниях из одной фазы в другую.

**5. Какие из нижеперечисленных признаков можно использовать для классификации технологических процессов по способу организации?**

1. Периодические;
2. Непрерывные;
3. Полунепрерывные по одной из фаз;
4. Все перечисленные схемы.

**6. Какое из нижеперечисленных явлений характерно для непрерывно действующих аппаратов полного смешения?**

1. Поступающий поток мгновенно перемешивается во всем объеме содержащегося вещества;
2. Поступающий поток перемешивается только в направлении движения вещества;
3. Поступающий поток перемешивается только в поперечном направлении.

**7. Какое из нижеперечисленных явлений характерно для непрерывно действующих аппаратов полного (идеального) вытеснения?**

1. Полное отсутствие продольного перемешивания и полное перемешивание в поперечном направлении;
2. Полное отсутствие перемешивания в поперечном направлении и полное продольное перемешивание;
3. Полное перемешивание в продольном и поперечном направлениях.

**8. Из единой кинетической зависимости следует, что:**

1. Скорость процесса прямо пропорциональна движущей силе и обратно пропорциональна сопротивлению;
2. Скорость процесса прямо пропорциональна сопротивлению и обратно пропорциональна движущей силе.

**9. Из приведенного перечня выберите виды помолов, имеющих место при измельчении зерна в муку:**

1. Крупный;
2. Средний;
3. Мелкий;
4. Тонкий;
5. Коллоидный.

**10. Из нижеприведенных формул выберите формулу для объемной теории измельчения:**

- $A = V \cdot H_M$ ;
- $A = V \cdot H_M + \Delta S \cdot H_S$ ;
- $A = H_S \cdot \Delta S$ .

**11. Из нижеприведенных формул выберите формулу для поверхностной теории измельчения:**

- $A = V \cdot H_M$ ;
- $A = V \cdot H_M + \Delta S \cdot H_S$ ;
- $A = H_S \cdot \Delta S$ .

**12. Из нижеприведенных формул выберите формулу для общего закона измельчения:**

- $A = V \cdot H_M$ ;
- $A = V \cdot H_M + \Delta S \cdot H_S$ ;
- $A = H_S \cdot \Delta S$ .

**13. Из нижеприведенного перечня типов машин выберите используемые для крупного помола:**

- Щековая дробилка;
- Конусная дробилка;
- Вальцовая;
- Молотковая дробилка;
- Шаровая мельница;
- Вибрационная мельница;

- Жерновая мельница.

**14. Из нижеприведенного перечня типов машин выберите используемые для среднего помола:**

- Щековая дробилка;
- Конусная дробилка;
- Вальцовая;
- Молотковая дробилка;
- Шаровая мельница;
- Вибрационная мельница;
- Жерновая мельница.

**15. Из нижеприведенного перечня типов машин выберите используемые для мелкого помола:**

- Щековая дробилка;
- Конусная дробилка;
- Вальцовая;
- Молотковая дробилка;
- Шаровая мельница;
- Вибрационная мельница;
- Жерновая мельница.

**16. Из нижеприведенного перечня видов воздействия рабочих органов на измельчаемый продукт выберите характерный для жернового помола:**

- Сжатие, сдвиг и срез;
- Сжатие и сдвиг;
- Удар;
- Удар и истирание;
- Сжатие.

**17. Из нижеприведенного перечня видов воздействия рабочих органов на измельчаемый продукт выберите характерный для дискового измельчителя:**

- Сжатие, сдвиг и срез;
- Сжатие и сдвиг;
- Удар;
- Удар и истирание;
- Сжатие.

**18. Из нижеприведенного перечня видов воздействия рабочих органов на измельчаемый продукт выберите характерный для плющильного станка:**

- Сжатие, сдвиг и срез;
- Сжатие и сдвиг;
- Удар;

- Удар и истирание;
- Сжатие.

**19. Прессование, это:**

- Механическая обработка различных, в т.ч. и сыпучих, материалов давлением;
- Процесс получения крупных прессованных брикетов;
- Процесс получения мелких прессованных брикетов.

**20. Брикетирование, это:**

- Механическая обработка различных, в т.ч. и сыпучих, материалов давлением;
- Процесс получения крупных прессованных брикетов;
- Процесс получения мелких прессованных брикетов.

**21. Гранулирование, это:**

- Механическая обработка различных, в т.ч. и сыпучих, материалов давлением;
- Процесс получения крупных прессованных брикетов;
- Процесс получения мелких прессованных брикетов.

**22. Из нижеперечисленных трактовок выберите характерную для коллоидной теории процесса образования брикетов или гранул в процессе прессования:**

- Сцепление частиц обусловлено силами поверхностного натяжения жидкости, особенно проявляющимися в менисках капилляров на стыке двух частиц;
- Сцепление отдельных частиц обусловлено проявлением сил межмолекулярного взаимодействия;
- Сцепление частиц обусловлено действием молекулярных сил сцепления, или когезионных типа сил Ван-дер-Ваальса.

**23. Из нижеперечисленных трактовок выберите характерную для молекулярной теории процесса образования брикетов или гранул в процессе прессования:**

- Сцепление частиц обусловлено силами поверхностного натяжения жидкости, особенно проявляющимися в менисках капилляров на стыке двух частиц;
- Сцепление отдельных частиц обусловлено проявлением сил межмолекулярного взаимодействия;
- Сцепление частиц обусловлено действием молекулярных сил сцепления, или когезионных типа сил Ван-дер-Ваальса.

**Тест 2 по разделу 3 «Гидромеханические процессы»**

**1. Движущая сила процесса гравитационного осаждения (отстаивания) частиц:**

- Сила тяжести частиц (гравитационная сила);

- Центробежные сила ;
- Перепад давлений;
- Разность концентраций;
- Силы электрического поля.

**2. Расчет отстойника сводится к определению:**

- Скорости осаждения частиц;
- Производительности отстойника;
- Рабочего объема камеры отстойника;
- Площади поверхности осаждения.

**3. Осаждение используется для разделения:**

- Суспензий;
- Эмульсий;
- Пылей;
- Дымов;
- Пены.

**4. Осаждение, это:**

– Разделение жидких и газовых неоднородных систем под действием гравитационных сил, сил инерции (центробежной силы) или сил электрического поля;

– Разделение жидких и газовых неоднородных систем под действием сил давления или центробежных сил, с использованием пористой перегородки, способной пропускать жидкость и газ, но задерживающей взвешенные частицы.

**5. Для разделения тонкодисперсных суспензий используют:**

- Сепараторы;
- Отстойные центрифуги;
- Отстойники непрерывного действия;
- Гидроциклоны.

**6. Для разделения грубых суспензий используют:**

- Сепараторы;
- Отстойные центрифуги;
- Отстойники непрерывного действия;
- Гидроциклоны.

**7. Для очистки газов от пыли используют:**

- Сепараторы;
- Отстойные центрифуги;
- Отстойники непрерывного действия;
- Циклоны.

**8. Для осветления суспензий используют:**

- Сепараторы;
- Отстойные центрифуги;
- Отстойники непрерывного действия;
- Гидроциклоны.

**Задание 9. Для разделения эмульсий используют:**

- Сепараторы;
- Отстойные центрифуги;
- Отстойники непрерывного действия;
- Отстойники периодического действия;
- Гидроциклоны.

**10. Фактор разделения это:**

- Скорость осаждения под действием сил гравитации;
- Скорость осаждения в поле центробежных сил;
- Соотношение между скоростью осаждения под действием центробежной силы и скоростью осаждения под действием сил гравитации;
- Соотношение между действующими на частицу центробежной силой и силами гравитации.

**Задание 11. Для увеличения скорости осаждения частиц в циклоне, его диаметр:**

- Увеличивают;
- Уменьшают.

**12. Фильтрация, это:**

- Разделение жидких и газовых неоднородных систем под действием гравитационных сил, сил инерции (центробежной силы) или сил электрического поля;
- Разделение жидких и газовых неоднородных систем под действием сил давления или центробежных сил, с использованием пористой перегородки, способной пропускать жидкость и газ, но задерживающей взвешенные частицы.

**13. Движущая(ие) сила(ы) процесса фильтрации частиц:**

- Силы тяжести частиц (гравитационные силы);
- Центробежные силы (силы инерции);
- Перепад давлений;
- Разность концентраций;
- Силы электрического поля.

**14. Расчет фильтров сводится к определению:**

- Величины движущей силы фильтрации;
- Производительности фильтра;
- Площади фильтрующей поверхности.

**15. Конвективное смешение сыпучих материалов, это явление:**

- Перемещения группы смежных частиц из одного места смеси в другое;
- Постепенного перераспределения частиц через свежееобразованную границу их раздела;
- Перераспределения индивидуальных молекул друг относительно друга.

**16. Диффузионное смешение сыпучих материалов вызвано:**

- Перемещением группы смежных частиц из одного места смеси в другое;
- Перераспределением разнородных частиц через границу их раздела;
- Перемещением индивидуальных частиц друг относительно друга.

**Задание 17. Флотация частиц происходит за счет:**

- Хорошей их смачиваемости жидкостью;
- За счет слипаемости частиц между собой;
- За счет того, что пузырьки газа прилипают к поверхности частиц и поднимают их к поверхности жидкости.

**18. Технологическую эффективность приготовления растворов, суспензий и эмульсий оценивают по:**

- По величине получаемой их однородности;
- По величине мощности, вводимой в единицу объема перемешиваемой жидкости;
- По величине энергии, вводимой в единицу объема перемешиваемой жидкости.

**19. Эффективность перемешивания при интенсификации процессов тепло-и массообмена, проводимых с перемешиванием жидкости, оценивают по:**

- отношению коэффициентов тепло-и массопередачи в процессах с перемешиванием и без него;
- по удельной мощности, затрачиваемой на процесс перемешивания;
- по удельной энергии, затрачиваемой на процесс перемешивания.

**20. Какие из нижеперечисленных способов используются для перемешивания в жидкой среде?**

- Механический (при помощи мешалок);
- Циркуляционный;
- Пневматический;
- Механический, циркуляционный, пневматический

**21. Псевдоожение - это:**

- Кипение жидкости;

- Переход пара в жидкость;
- Переход вещества из твердого состояния в жидкое;
- Приведение слоя сыпучего материала в состояние, подобное жидкости, по воздействию восходящего потока газа или жидкости.

## **22. При псевдооживлении:**

- Сила давления газа на слой больше веса слоя;
- Сила давления газа на слой меньше веса слоя;
- Сила давления газа на слой равна весу слоя.

### **6.1.2. Выполнение и защита индивидуальных задач**

Индивидуальные задачи выполняются на практических занятиях и направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Процессы и аппараты». При выполнении задач используют основные цифровые инструменты (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint). Защита задач проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Формируемые компетенции: ПКос-1 (ПКос-1.3).

#### **Задачи по разделу 2 «Механические процессы»**

**Задача 1 (расчет молотковой дробилки).** Условие задачи: имеется молотковая дробилка марки СМ-18. Диаметр ее ротора  $D = 800$  мм, длина  $L = 400$  мм, ширина отверстий колосниковой решетки 13 мм, число оборотов ротора  $n = 950$  об/мин. Мощность электродвигателя дробилки  $N = 20$  кВт. Проверить, пригодна ли дробилка для измельчения 25 т/ч продукта средней твердости, крупность кусков которого  $K_{исх} = 100$  мм. Диаметр кусков дробленого продукта должен составлять  $K_{кон} = 10$  мм

**Задача 2 (расчет валковой дробилки).** Условие задачи: определить производительность валковой дробилки твердых отходов, если кружная скорость вращения валков  $w = 7$  м/с, число оборотов валков  $n = 200$  об/мин, ширина зазора между валками 30 мм, длина валков 0,7 м, объемная масса измельченного материала  $\rho = 700$  кг/м<sup>3</sup>.

**Задача 3 (грохочение твердого материала).** Условие задачи: грохочение твердого материала производится на неподвижном колосниковом грохоте с отверстиями между колосниками 150 мм. Определить производительность грохота, если его ширина  $B = 800$  мм и длина  $L = 1900$  мм. Удельная производительность грохота составляет  $q = 100$  т/(ч·м<sup>2</sup>).

**Задача 4 (грохочение твердого материала).** Условие задачи: определить количество валковых грохотов ГВП – 100В для грохочения твердого материала на классы  $>100$  и  $0—100$  мм, если рабочая ширина грохота  $B = 1500$  мм, длина  $L = 3020$  мм и количество поступающего угля  $Q = 500$  т/ч. Коэффициент неравномерности загрузки грохота  $k = 1,15$ .

#### **Задачи по разделу 3 «Гидромеханические процессы»**

**Задача 5 (расчет отстойника).** Условие задачи: определить диаметр отстойника для непрерывного осаждения крахмала в воде. Производитель-

ность отстойника 800 кг/чпо начальной суспензии, содержащей 8 масс. % крахмала. Диаметр наименьших частиц, подлежащих осаждению, 35 мкм. Температура суспензии 15°C. Влажность осадка 70%. Плотность крахмала  $\rho_T = 1650 \text{ кг/м}^3$ .

**Задача 6 (расчет отстойника).** Условие задачи: как изменится производительность отстойника, если в условиях предыдущей задачи принять диаметр наименьших осаждающихся частиц равным 350 мкм.

**Задача 7 (расчет трубчатой сверхцентрифуги).** Условие задачи: определить, какую производительность может обеспечить трубчатая сверхцентрифуга СГО-150 с трехлопастной крыльчаткой, работающая на осветлении растительного масла. Плотность масла  $\rho_{ж} = 900 \text{ кг/м}^3$ , вязкость масла при температуре центрифугирования  $\mu = 0,003 \text{ (Н с)/м}^2$ , плотность твердых частиц  $\rho_T = 1400 \text{ кг/м}^3$ , диаметр частиц 1 мкм. Техническая характеристика центрифуги: внутренний диаметр барабана  $D_B = 150 \text{ мм}$ , диаметр сливного порога  $D_{в.п} = 50 \text{ мм}$ , длина барабана  $L = 750 \text{ мм}$ , число оборотов  $n = 13000 \text{ об/мин}$ .

**Задача 8 (расчет рамного фильтрпресса).** Условие задачи: необходимо отфильтровать суспензию на рамном фильтрпрессе и за 3 часа получить 6 м<sup>3</sup> фильтрата. Опытное фильтрование этой суспензии на лабораторном фильтрпрессе при том же давлении и той же толщине слоя осадка показало, что константы фильтрования, отнесенные к 1 м<sup>2</sup> поверхности фильтра, имеют следующие значения:  $K = 20,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{ч}$  и  $C = 1,45 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^2$ . Определить требуемые размеры фильтрпресса (выбрать по каталогу фильтрпресс с необходимыми поверхностью фильтрования и количеством рам).

**Задача 9 (промывка осадка после фильтрования).** Условие задачи: Определить длительность промывки осадка, если константы фильтрования имеют следующие значения:  $K = 0,77 \text{ л}^2/(\text{м}^4 \text{ мин})$ ,  $C = 0,37 \text{ л/м}^2$ . Количество промывной воды составляет 2,4 л/м<sup>2</sup> и промывка идет по линии основного фильтрата, вязкость промывной жидкости и фильтрата одинаковы, удельная производительность при фильтровании 10 л/м<sup>2</sup>.

**Задача 10 (сравнение центробежного фильтрования с вакуум-фильтрованием).** Условие задачи: определить во сколько раз большую удельную производительность будет иметь фильтрующая центрифуга по сравнению с вакуум-фильтром, если перепад давления на вакуум-фитре составляет  $\Delta 400 \text{ мм рт. ст.}$ , диаметр барабана центрифуги  $D_H = 400 \text{ мм}$ , высота барабана  $H = 500 \text{ мм}$ , число оборотов  $n = 800 \text{ об/мин}$ . Плотность фильтрата равна  $\rho_c = 1000 \text{ кг/м}^3$ , степень заполнения барабана центрифуги во время ее работы  $\psi = 0,5$ .

**Задача 11 (псевдооживление).** Условие задачи: в аппарате имеется псевдооживленный слой частиц материала диаметром  $d = 1 \text{ мм}$ . Насыпная плотность материала равна  $\rho_{нас} = 650 \text{ кг/м}^3$ , истинная плотность  $\rho_{ист} = 1100 \text{ кг/м}^3$ , температура оживающего агента (воздуха)  $t = 150^\circ\text{C}$ , число псевдооживления  $K = 1,6$ . Определить критическую, рабочую (отнесенную к полно-

му сечению аппарата) и действительную (в каналах слоя) скорость воздуха, а также скорость уноса.

**Задача 12 (псевдооживление).** **Условие задачи:** по данным предыдущего примера определить размеры (диаметр и высоту слоя) и гидравлическое сопротивление непрерывно действующего аппарата. Его производительность 2,5 т/ч при среднем времени пребывания материала в аппарате  $\tau = 10$  мин. Расход воздуха в рабочих условиях  $V = 4300$  м<sup>3</sup>/ч. Живое сечение газораспределительной решетки  $\psi = 0,015$ , диаметр отверстий  $d_0 = 0,8$  мм, толщина решетки  $\delta = 2$  мм.

**Задача 13 (перемешивание в жидкой среде).** **Условие задачи:** смесь жидкостей общей плотностью  $\rho_{ж} = 1600$  кг/м<sup>3</sup> и вязкостью  $\mu_{ж} = 20 \cdot 10^{-3}$  Па с готовят в цилиндрическом аппарате без перегородок диаметром  $D = 1200$  мм и высотой  $H = 1500$  мм, заполненном на 0,75 объема. Смесь жидкостей перемешивается пропеллерной мешалкой с частотой вращения 3,5 1/с. Определить требуемую установочную мощность электродвигателя, приводящего в действие мешалку.

### **6.1.3. Выполнение и защита лабораторных работ**

Лабораторные работы (ЛР) направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Процессы и аппараты». В результате студент должен знать основные положения законов термодинамики и тепло-массообмена, составляющие основу расчета теплотехнических систем; устройство и принцип действия теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования; уметь применять средства измерения основных теплофизических параметров; использовать нормативные и справочные документы; применять полученные знания и навыки при изучении специальных дисциплин; владеть методами расчета и подбора систем теплоснабжения; навыками выполнения исследований, обработки и анализа их результатов.

Для допуска к лабораторной работе студент должен представить составленный им в тетради краткий конспект лабораторной работы. Текущий контроль лабораторных отчетов и материалов изучаемой дисциплины осуществляется в виде защиты лабораторных работ. Отчет по лабораторной работе представляется с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом, выводами. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

#### ***Пример перечня вопросов при защите лабораторных работ***

#### ***Лабораторная работа № 1 «Определение дисперсионного состава сыпучих материалов»***

1. Какими величинами можно охарактеризовать дисперсность измельченного материала?
2. Как строят дифференциальную и интегральную кривые распределения частиц материала по размерам?

3. Как определяется средневзвешенный диаметр частиц?
4. Как определяется коэффициент отклонения?
5. Дайте классификацию сыпучих материалов по крупности (размерам) частиц.

6. Расскажите методику ситового анализа сыпучих материалов.

### ***Лабораторная работа № 2 «Изучение процесса прессования»***

1. Какие способы прессования Вы знаете?
2. Что является движущей силой процесса прессования?
3. Дайте определение процесса прессования?
4. Какие прессы, когда целесообразно применять?
5. От чего зависит производительность прессы?
6. Как классифицируются отстойники?

### ***Лабораторная работа № 3 «Изучение кинетики гравитационного осаждения»***

1. Что такое неоднородные системы и как они классифицируются?
2. Что является движущей силой процесса отстаивания частиц в отстойнике?
3. В каком случае частицы могут подниматься вверх?
4. Когда невозможно разделить неоднородную систему отстаиванием?
5. Почему осаждение частиц происходит в основном с постоянной скоростью?
6. На каком основании используется уравнение равновесия сил для определения скорости осаждения частиц?
7. От чего зависит производительность отстойника?
8. Как классифицируются отстойники?

### ***Лабораторная работа № 4 «Определение констант фильтрования»***

1. Каково назначение процесса фильтрования? Приведите примеры применения этого процесса в условиях сельскохозяйственного производства.
2. Что является движущей силой процесса фильтрования и каковы способы ее создания?
3. Что такое скорость фильтрования и от каких факторов она зависит?
4. Раскройте сущность понятий стационарное и нестационарное фильтрование.
5. Из чего складывается суммарное сопротивление фильтрованию?
6. В чем физический смысл констант фильтрования?
7. Расскажите о методах определения констант фильтрования.

### ***Лабораторная работа № 5 «Определение скорости начала псевдооживления, скорости уноса, рабочей скорости»***

1. Дайте определение процессу псевдооживления.
2. Какие разновидности взвешенного слоя вы знаете?
3. Чему равна сила давления газа на слой при псевдооживлении?

4. Что такое «первая критическая скорость газа « при псевдоожиге-нии?»
5. Что такое «вторая критическая скорость газа « при псевдоожиге-нии?»
6. Как рассчитываются первая и вторая критические скорости газа при псевдоожиге-нии?»

#### **Лабораторная работа № 6 «Испытание лопастной мешалки»**

1. Что такое перемешивание?
2. Как влияет процесса перемешивания на скорость тепловых и массооб-менных процессов?
3. Что является основными характеристиками перемешивающих уст-ройств?
4. Как влияет вязкость жидкости на расход энергии при перемешивании?
5. Какие мешалки применяют для перемешивания вязких и тяжелых жидкостей?
6. Чем обычные числа подобия отличаются от модифицированных?
7. Каким прибором определяют частоту вращения мешалки?
8. Как определить мощность на валу мешалки?

#### **6.1.4. Тематика заданий на расчетно-графическую работу**

При изучении дисциплины «Процессы и аппарат» учебным планом пре-дусмотрено выполнение расчетно-графической работы (РГР). При выполне-нии расчетно-графической работы используют основные цифровые инстру-менты (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint).

*Тема РГР: рассчитать аппарат цилиндрического типа с псевдоожиге-женным слоем и построить график зависимости перепада давления в слое от скорости газа в свободном сечении аппарата.*

*Исходные данные:* производительность аппарата  $G$ , кг/ч; время пребы-вания материала в аппарате  $\tau_0 = 10$  мин; расход воздуха в рабочих условиях  $V$ , м<sup>3</sup>/ч; диаметр частиц  $d$ , мм; насыпная плотность слоя  $\rho_{нас}$ , кг/м<sup>3</sup>; плотность частиц  $\rho_t$ , кг/м<sup>3</sup>; температура воздуха  $t$ , °С; живое сечение решетки  $\psi$ ; диа-метр отверстий решетки  $d_o$ , мм; толщина решетки  $\delta$ , мм.

*Задание:*

- 1) определить скорость воздуха - первую критическую скорость  $w_{кр.}$ , скорость уноса  $w_v$ , рабочую скорость  $w$ , действительную (в свободном сече-нии между частицами)  $w_d$ , м/с;
- 2) построить график зависимости  $\Delta p_{сл} = f(w)$ ;
- 3) определить геометрические размеры: высоту неподвижного слоя  $h_0$ , высоту псевдоожигенного слоя  $h$ , диаметр аппарата, м;
- 4) определить гидравлическое сопротивление слоя, гидравлическое сопротивление решетки  $\Delta p_{реш}$  и гидравлическое сопротивление аппарата в целом  $\Delta p$ , Па.
- 5) найти мощность, затрачиваемую на продувку аппарата, кВт.

Выполнение и защита РГР являются обязательным элементом, влияю-щим на допуск студента к сдаче экзамена по дисциплине.

Таблица 7

**Исходные данные РГР**

№ задания	Исходные данные									
	$G$ , кг/ч	$V$ , м <sup>3</sup> /ч	$\tau_0$ , мин	$d$ , мм	$\rho_{нас}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_r$ , кг/м <sup>3</sup>	$t$ , °C	$\psi$	$d_0$ , мм	$\delta$ , мм
1.	100	1900	10	0,5	500	1050	50	1,4	0,3	2,0
2.	200	2000	15	1,0	550	1100	100	1,5	0,4	2,5
3.	300	2100	20	1,5	600	1150	150	1,6	0,5	3,0
4.	400	2200	25	2,0	650	1200	200	1,7	0,6	3,5
5.	500	2300	30	2,5	700	1250	50	1,8	0,7	4,0
6.	600	2400	35	3,0	750	1300	100	1,9	0,8	2,0
7.	700	2500	40	3,5	800	1050	150	2,0	0,9	2,5
8.	800	2600	45	4,0	500	1100	200	2,1	1,0	3,0
9.	900	2700	10	4,5	550	1150	50	2,2	1,1	3,5
10.	1000	2800	15	5,0	600	1200	100	2,3	1,2	4,0
11.	1100	2900	20	5,5	650	1250	150	2,4	1,3	2,0
12.	1200	3000	25	6,0	700	1300	200	2,5	1,4	2,5
13.	1300	3100	30	6,5	750	1050	50	2,6	1,5	3,0
14.	1400	3200	35	7,0	800	1100	100	2,7	1,6	3,5
15.	1500	3300	40	7,5	500	1150	150	2,8	1,7	4,0
16.	1600	3400	10	8,0	550	1200	200	2,9	1,8	2,0
17.	1700	3500	15	8,5	600	1250	50	3,0	1,9	2,5
18.	1800	3600	20	9,0	650	1300	100	1,4	2,0	3,0
19.	1900	3700	25	1,0	700	1050	150	1,5	0,5	3,5
20.	2000	3800	30	1,5	750	1100	200	1,6	0,6	4,0
21.	2100	3900	35	2,0	800	1150	50	1,7	0,7	2,0
22.	2200	4000	40	2,5	500	1200	100	1,8	0,8	2,5
23.	2300	4100	10	3,0	550	1250	150	1,9	0,9	3,0
24.	2400	4200	15	3,5	600	1300	200	2,0	1,0	3,5
25.	2500	4300	20	4,0	650	1050	50	2,1	1,1	4,0
26.	2600	4400	25	5,0	700	1100	100	2,2	1,2	2,0
27.	2700	4500	30	6,0	750	1150	150	2,3	1,3	2,5
28.	2800	4600	35	7,0	800	1200	200	2,4	1,4	3,0
29.	2900	4700	40	8,0	650	1250	100	2,5	1,5	3,5
30.	3000	4800	45	9,0	700	1300	150	2,6	1,6	4,0

**6.1.5. Перечень вопросов для защиты расчетно-графической работе**

1. Расскажите физическую сущность псевдооживления.
2. При псевдооживлении оживающим агентом может быть только газ или жидкость тоже?
3. Какие разновидности взвешенного слоя Вы знаете?

4. Чему равна сила давления газа на слой в состоянии псевдооживления?
5. В каких технологических процессах используется псевдооживление?
6. Что такое первая критическая скорость при псевдооживлении?
7. Что такое вторая критическая скорость при псевдооживлении?
8. Какие зависимости используются для расчета первой и второй скорости при псевдооживлении?
9. Что такое число псевдооживления?
10. В каких пределах можно выбирать рабочую скорость при псевдооживлении?
11. Как рассчитать перепад давления газа при псевдооживлении?

#### **6.1.6. Перечень вопросов к экзамену**

1. Классификация процессов по переработке веществ. Принцип, по которому классифицируются процессы.
2. Единая кинетическая закономерность.
3. Классификация неоднородных систем.
4. Измельчение твердых тел. Степень измельчения.
5. Схемы измельчения.
6. Теории измельчения.
7. Измельчающие машины для крупного и среднего измельчения.
8. Измельчающие машины для мелкого, тонкого и коллоидного измельчения.
9. Сепарация дисперсных материалов: грохочение.
10. Гидравлическая классификация.
11. Воздушная сепарация.
12. Прессование. Способы прессования.
13. Способы производства гранулированных комбикормов.
14. Виды осаждения.
15. Кинетика гравитационного осаждения. Режимы осаждения, критериальные уравнения для расчета скорости осаждения. Формула Стокса.
16. Расчет отстойника.
17. Отстойники для газов.
18. Отстойники для суспензий.
19. Отстойник для эмульсий.
20. Центробежное осаждение. Фактор разделения. Критериальные зависимости для расчета скорости центробежного осаждения. Модифицированный критерий Архимеда.
21. Конструкции циклонов.
22. Конструкции отстойных (осадительных) центрифуг.
23. Сверхцентрифуги.
24. Фильтрование: физическая сущность процесса, назначение фильтрования.
25. Кинетическое уравнение при фильтровании с образованием слоя осадка.

26. Кинетическое уравнение при фильтровании с забивкой пор фильтра.

27. Продолжительность фильтрования с образованием слоя осадка при постоянном перепаде давления на фильтре.

28. Продолжительность фильтрования с образованием слоя осадка при постоянной скорости фильтрования.

29. Классификация и конструкции фильтров.

30. Центробежное фильтрование. Определение перепада давлений на фильтре при центробежном фильтровании.

31. Конструкции фильтрующих центрифуг.

32. Перепад давления в псевдооживленном слое.

33. Высота неподвижного и псевдооживленного слоя.

34. Перемешивание в жидких средах. Способы перемешивания. Качество перемешивания.

35. Расчет мощности, затрачиваемой на перемешивание.

36. Типы мешалок и их конструктивное исполнение.

37. Псевдооживление: физическая сущность процесса, цель псевдооживления.

38. Перепад давления в псевдооживленном слое.

39. Высота неподвижного и псевдооживленного слоя.

40. Скорость начала псевдооживления, скорость уноса, рабочая скорость, число псевдооживления.

41. Расчет псевдооживления с использованием чисел подобия

42. Аппараты со взвешенным слоем: с псевдооживленным (кипящим) слоем, фонтанирующим слоем, закрученными потоками, пневмотранспортом.

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника.

Для допуска к экзамену 3 курс 6 семестр необходимо: выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, лабораторных и практических работ и тестирования, а также выполнение расчетно-графической работы.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Техническая термодинамика» применяется традиционная система оценки текущего и промежуточного контроля освоения программы.

Знания оцениваются:

- 3 курс 5 семестр: по четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»;

**Критерии оценивания промежуточного контроля (экзамен)**

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, глубоко и прочно освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно. Студент не затрудняется с ответом при видоизменении задания; справляется с нестандартными задачами, вопросами и другими видами применения знаний; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины; показывает разносторонние знания основной и дополнительной литературы; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала. Студент, освоивший основную литературу, рекомендованную программой дисциплины; обладающий основными профессиональными компетенциями; в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний)</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал только по обязательному минимуму содержания предмета, определенному программой дисциплины; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент допускает неточности в ответе, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала, четкость и убедительность ответа выражена слабо, испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа зачетных вопросов; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки при выполнении типовых практических заданий. Студентом основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – не сформированы</b>

### Критерии оценивания письменного и устного опроса

Таблица 9

Оценка	Критерии оценивания
«зачтено»	- заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала. Студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы преподавателя, представил результаты тестирования на учебно-методическом портале sdo.timacad
«незачтено»	- заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа вопросов; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки; основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки не сформированы. Студент ответил на контрольные вопросы преподавателя с ошибками или вообще не ответил на контрольные вопросы, не представил результаты тестирования на учебно-методическом портале sdo.timacad

### Критерии оценивания защиты практических работ

Таблица 10

Оценка	Критерии оценивания
лабораторная работа	практическая работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; лабораторная работа оформлена, выполнены все задания практическая

«зачтена»	работы. Студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы преподавателя, представил результаты в тексте в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А4
лабораторная работа «незачтена»	практическая работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; лабораторная работа оформлена, но в ее оформлении содержатся грубые ошибки. Студент ответил на контрольные вопросы преподавателя с ошибками или вообще не ответил на контрольные вопросы, не представил результаты в тексте в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А4

### Критерии оценивания защиты лабораторных работ

Таблица 11

Оценка	Критерии оценивания
лабораторная работа «зачтена»	лабораторная работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; лабораторная работа оформлена, выполнены все задания практической работы. Студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы преподавателя, представил результаты в тексте в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А4
лабораторная работа «незачтена»	лабораторная работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; лабораторная работа оформлена, но в ее оформлении содержатся грубые ошибки. Студент ответил на контрольные вопросы преподавателя с ошибками или вообще не ответил на контрольные вопросы, не представил результаты в тексте в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А4

### Критерии оценивания расчетно-графической работы

Таблица 12

Оценка	Критерии оценки
«зачтено»	расчетно-графическая работа выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, чертежи выполнены точно и верно. Студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме. Студент владеет специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки отсутствуют. При оформлении работы выполнен набор текста в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А1. При защите расчетно-графической работы студентом продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков
«незачтено»	расчетно-графическая работа не выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, чертежи выполнены не точно и не верно. Студентом не сформулированы собственные аргументированные выводы по теме. Студент не владеет специальной терминологией; присутствуют стилистические и грамматические ошибки. При оформлении работы не выполнен набор текста в формате Word, шрифт Times New Roman 14, листы формат А1. При защите расчетно-графической работы студентом не продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Рудобашта С.П. Теплотехника. Изд. 2-е, доп. М.: Перо. 2015. – 672 с.
2. Рудобашта С. П. Процессы и аппараты по переработке сельскохозяйственной продукции. Лабораторный практикум / С. П. Рудобашта, Е. Л. Бабичева. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2017. 94 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Малин, Н.И. Технология хранения зерна: Учебник / Н.И. Малин. — М.: КолосС, 2005. — 280 с.
2. Рудобашта, С.П. Процессы и аппараты по переработке сельскохозяйственной продукции: гидромеханические: учеб. пособие / С.П. Рудобашта, Е.Л. Бабичева. — М.: Изд. РГАУ – МСХА, 2016. — 66 с.

3. Кавецкий, Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии: Учебник/Г.Д. Кавецкий, Б.В. Васильев — М.: КолосС, 2000. — 551 с.

4. Плаксин, Ю.М. Процессы и аппараты пищевых производств: Учебник; 2-е изд. перераб. и доп. / Ю.М. Плаксин, Н.Н. Малахов, В.А. Ларин. — М.: КолосС, 2007. — 760 с.

5. Манжесов, В.И. Технология хранения продукции растениеводства: Учебник/В.И. Манжесов и др.—М.: КолосС. 2005. — 392 с.

6. Малин, Н.И. Энергосбережение в теплотехнологиях АПК: учебно-методическое пособие / Н.И. Малин. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. — 124 с.

7. Малин, Н.И. Применение теплоты в сельском хозяйстве / Н.И. Малин. М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2005. — 31 с.

8. Трисвятский, Л.А. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов/ Л.А. Трисвятский, Б.В. Лесик, В.Н. Курдина; Под ред. Л.А. Трисвятского. Изд. 4-е, перераб. и доп. — М.: ВО КолосС, 1991. — 415 с.

### **7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Методические указания:

– К выполнению лабораторной работы «Определение дисперсионного состава сыпучих материалов»;

– К выполнению лабораторной работы «Изучение кинетики гравитационного осаждения»;

– К выполнению лабораторной работы «Определение констант фильтрования»;

– К выполнению лабораторной работы «Испытание лопастной мешалки».

### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://window.edu.ru/resource/502/32502> - Инженерно-физический журнал (открытый доступ).

2. <http://firstedu.ru/zhurnaly/teoreticheskie-osnovy-himicheskoy-tehnologii/> - Теоретические основы химической технологии (открытый доступ).

3. <https://studentsnews.ru/tehnologiya-proizvodstva-i-pererabotki-selskoxozyajstvennoj-produkcii.html> - технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции (открытый доступ).

4. <https://www.vimsmiit.ru> - сельскохозяйственные машины и технологии (открытый доступ).

5. <https://portal.timacad.ru/> – учебно-методический портал (открытый доступ).

6. <http://rucont.ru> – электронно-библиотечная система (открытый доступ).

7. <http://www2.viniti.ru> – базы данных ВИНТИ РАН (открытый доступ).

1. <http://www.techgidravlika.ru> - информационно-справочная система (открытый доступ).

2. <http://znanium.com/> - электронно-библиотечная система (открытый доступ).

3. <http://e.lanbook.com/> - электронно-библиотечная система (открытый доступ).

### 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 13

#### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Разделы 1-4	Microsoft Office 365	Офисный пакет	Microsoft	2021

### 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 14

Практические занятия проводятся в 24 корпусе в кабинетах № 201, № 214, № 314 в аудиторное время, либо в лаборатории во внеаудиторное время. Учебные классы кафедры оснащаются наглядными демонстрационными моделями, макетов устройств, стендами.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Лаборатории № 201 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория содержит: 1) проектор NEC NP60 DLP 1024*768,300 для слайд-презентаций (Инв.№ 210134000002560); 2) проекционный экран с электроприводом Digis Electra 240*240 NW (DSEM-1106) (Инв.№ 410138000002636); 3) компьютер (Инв.№ 210134000001871)
Лаборатории № 214 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория содержит: 1) экран Projecta SlimScreen 200*200 cv Matte White S настенный (Инв.№ 568938); 2) комплект из интерактивной доски Penbord 77 (стойка, проектор и доска) (Инв.№ 210134000001798); 3) доска настенная магнитно-меловая ДН-32М (Инв.№ 632954); 4) компьютер (Инв.№ 210134000001864)
Лаборатории № 314 в корпусе по адресу: Лиственничная аллея, д. 6, 24 учебный корпус	Лаборатория содержит: 1) экран настенный Projecta SlimScreen (Инв.№ 210134000002855); 2) проектор NEC NP60 DLP 1024*768,300 (Инв.№

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
	210134000002560); 3) доска настенная магнитно-меловая ДН-32М (Инв.№ 632955); 4) компьютер (Инв.№ 210134000001865)

Для самостоятельной работы студентов используются ресурсы Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова, включающие 9 читальных залов, организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет-доступом, в том числе 5 компьютеризированных читальных залов, а также комнаты для самоподготовки в общежитиях № 5 и № 4.

### **11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

Образовательный процесс по дисциплине «Процессы и аппараты» организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся), в том числе с применением современных программных продуктов (AUTOCAD, КОМПАС, MS Office: Word, Excel, PowerPoint), цифровых платформ (Webinar, Zoom, Mentimeter) и цифровых инструментов (Kahoot, Moodle, SimInTech).

Учебные занятия представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости: лекции, практические и лабораторные занятия, тестирование, групповые консультации, самостоятельная работа обучающихся.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

При подготовке к практическому занятию студент должен повторить теоретический материал по лекции, а также по учебникам и учебным пособиям, рекомендуемым настоящей программой. На каждое практическое занятие и практическую работу студент должен иметь тетрадь, карандаш, линейку, циркуль, угольник, транспортир.

#### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекционные и практические занятия, обязан самостоятельно проработать пропущенные темы, предоставить преподавателю конспекты пропущенных лекций или рабочую тетрадь, ответить в устной форме на задаваемые преподавателем вопросы по теме лекции или практического занятия.

Студент, не посещавший или пропустивший большое число лекций, для допуска к экзамену должен самостоятельно изучить материалы на учебно-методическом портале (открытый доступ) по ссылке <https://portal.timacad.ru/>

Пропущенные лабораторные работы отрабатываются в соответствии с

графиком обработок, составляемым за две недели до конца семестра. Перед отработкой лабораторной работы студент самостоятельно изучает теоретический материал по теме работы, порядок ее проведения и методику обработки опытных данных. В ходе выполнения пропущенной лабораторной работы студент заносит полученные данные в рабочую тетрадь. Оформленная должным образом рабочая тетрадь предоставляется преподавателю для защиты.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Наилучшей формой организации обучения по дисциплине «Процессы и аппараты» представляется такая, при которой все виды предусмотренных учебным планом занятий (лекции, практические занятия и лабораторные работы, реферат) образуют единый взаимосвязанный учебный процесс. Согласно учебному плану и графику учебного процесса процессе преподавания дисциплины, для организации условий освоения студентами компетенций используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной), активные (проблемное обучение, коллективно-групповое обучение) и интерактивные технологии (дистанционная технология, электронное обучение, ТВ-технологии, сетевые технологии), в том числе с применением современных программных продуктов (MS Office: Word, Excel, PowerPoint), цифровых платформ (Webinar, Zoom, Mentimeter) и цифровых инструментов (Kahoot, Moodle, Fotor, SimInTech).

Для повышения уровня знаний по дисциплине у студентов, необходимо искать пути совершенствования методики преподавания: использование разнообразных форм, методов и приёмов активизации познавательной деятельности учащихся (в т.ч. активных и интерактивных); использование наглядного материала – таблиц, рисунков, схем, демонстрация опытов; решение типовых задач как метод обучения современных проблем теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий; использование различных форм организации самостоятельной работы студентов: индивидуальная, групповая, коллективная; организация индивидуальной работы студентов с учётом уровня подготовки; применение систематического контроля различных видов в процессе обучения.

Научной основой для преподавания дисциплины является методология системного подхода к человеку. Важно стремиться эффективно организовать и оптимизировать самостоятельную работу студентов.

**Программу разработали:**

Шевкун В.А., к.с-х.н.,

« \_\_\_\_\_ » « \_\_\_\_\_ » 2023 г.

\_\_\_\_\_ (подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на программу дисциплины Б1.В.01.07 ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ  
по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность  
Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы

Стушкиной Натальей Алексеевной, и.о. зав.кафедрой «Электроснабжение и электротехника имени академика И.А.Будзко» Института механики и энергетики им. В.П. Горячкина РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, к.т.н., доцентом (далее по тексту рецензент), проведена рецензия программы дисциплины Б1.В.01.07 ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ОПОП ВО по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий (разработчик – Шевкун Владимир Александрович, доцент кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий, кандидат сельскохозяйственных наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная программа дисциплины (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «28» февраля 2018 г. № 143.

2. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам, предъявляемых к программе ФГОС ВО.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

4. В соответствии с Программой за производственной эксплуатационной практикой закреплена 1 профессиональная (ПКос-2) (индикаторы достижения компетенции ПКос-2.1 и ПКос-2.2; ПКос-2.3) компетенции. Производственная технологическая практика и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию практики и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётных единиц (144 часов), что соответствует требованиям ФГОС ВО.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике практики.

8. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

9. Учебно-методическое обеспечение практики представлено: основной литературой – 4 источника, дополнительной литературой – 3 наименования, программное обеспечение и Интернет-ресурсы – 6 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

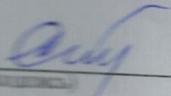
10. Материально-техническое обеспечение практики соответствует специфике преподаваемой дисциплины и обеспечивает использование современных образовательных методов обучения.

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание программы производственной эксплуатационной практики ОПОП ВО по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность Энергообеспечение предприятий, тепловые и технические системы (квалификация (степень) выпускника –

бакалавр), разработанные доцентом кафедры теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий, кандидатом сельскохозяйственных наук, Шевкуном В.А. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Ступкина Н.А., в.о. зав.кафедрой «Электроснабжение и электротехника имени академика И.А. Будзко» Института механики и энергетики им. В.П. Горячкина РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, к.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_

« 18 » 06 2023 г.