

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Дата подписания: 02.12.2025 14:52:48
Уникальный программный ключ:
3097683b38557fe8e27027e8e64c5115ba5ab904

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 электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики
и энергетики имени В.П. Горячкина

А.Г. Арженовский

06 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01.09 ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность: Инжиниринг теплоэнергетических систем

Курс 4
Семестр 8

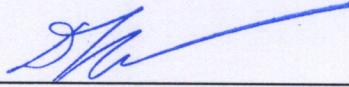
Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчики:

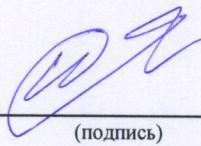
Нормов Д.А., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«16» июня 2025 г.

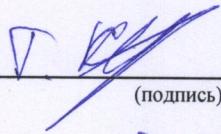
Канатников Ю.А., ст. преподаватель
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«16» июня 2025 г.

Кукушкина Т.С., ассистент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«16» июня 2025 г.

Рецензент: Андреев С.А., д.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



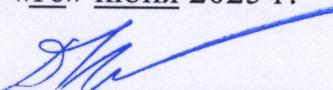
(подпись)

«16» июня 2025 г.

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 электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко, протокол № 17 от «16» июня 2025 г.

И.о. зав. кафедрой Нормов Д.А., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«16» июня 2025 г.

Согласовано:

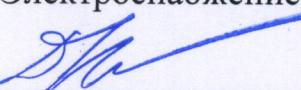
Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Протокол № 5 от «20» июня 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой «Электроснабжение и теплоэнергетика имени академика И.А. Будзко»
Нормов Д.А., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«16» июня 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ / Мир Сурбаков Р.Р.

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	8
4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре	8
4.2 Содержание дисциплины	8
4.3 Лекции/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	10
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	14
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы.....	16
6.1.1 Пример вопросов и задания для защиты практических занятий	16
6.1.2. Пример тестирования.....	20
6.1.3. Тематика примерных задач	27
6.1.4. Примерная тематика расчетно-графических работ	28
6.1.5. Перечень вопросов для защиты расчетно-графической работе	29
6.1.6. Перечень вопросов к зачету	30
6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	31
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ..	33
7.1 Основная литература.....	33
7.2 Дополнительная литература	33
7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	34
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	34
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	35
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	35
11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины.	35
ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ	37
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	37

Аннотация
рабочей программы учебной дисциплины
Б1.В.01.09 «Процессы и аппараты» для подготовки бакалавров
по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,
направленности «Инжиниринг теплоэнергетических систем»

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, псевдоожижение, перемешивание в жидких средах).

Общая трудоемкость дисциплины: 3 зачетные единицы (108 часов).

Промежуточный контроль: зачет.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения Б1.В.01.09 «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 про-

граммных продуктов Excel, Power Point и осуществлении коммуникации по-средством 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.01.09. Дисциплина «Процессы и аппараты» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Инжиниринг теплоэнергетических систем». Согласно учебному плану изучается в восьмом 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), Теоретическая механика (2 курс, 3 семестр), Теоретические основы электротехники (2 курс, 4 семестр).

Сопутствующими дисциплинами являются курсы: Электроснабжение предприятий (4 курс, 7 семестр); Котельные установки и парогенераторы (4 курс, 7 семестр), Источники и системы теплоснабжения предприятий (4 курс, 7 семестр), Применение теплоты в АПК (4 курс, 7 семестр); Системы отопления и вентиляции (4 курс, 7 семестр); Экономическое обоснование инженерно-технических решений (4 курс, 7 семестр).

Дисциплина «Процессы и аппараты» является основополагающей для изучения следующих дисциплин Тепломассообменное оборудование предприятий (4 курс, 8 семестр); Эксплуатация систем теплоснабжения (4 курс, 8 семестр), Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии (4 курс, 8 семестр), Электротехнологии (4 курс, 8 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 компе- тенции	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 с использованием цифровых технологий	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 использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов Kahoot, Moodle, Fotor, SimInTech и применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическом портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева LMS «Moodle»; - организацию его монтажа, наладки, технического обслуживания с использованием информационных технологий, в том числе с применением современных цифровых инструментов	- выбирать необходимые аппараты для проведения процессов в системах энергообеспечения предприятий, анализировать их работу и осуществлять требуемые технические расчеты с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot) и программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint) и применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программы продукты Excel, Word, Power Point,	методами анализа и расчета процессов и аппаратов, используемых в системах энергообеспечения предприятий, оценки эффективности их применения с применением цифровых технологий с использованием информационных технологий, в том числе обработки и интерпретации информации с помощью современных программных продуктов Excel, Power Point и осуществлять коммуникации посредством Webinar, Zoom, Mentimeter

			<p>Kahoot, Moodle, Fotor, SimInTech и с применением цифровых технологий при решении профессиональных задач в учебно-методическим портале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева LMS «Moodle»</p>	<p>Zoom, Битрикс24, Skype; - осуществлять организацию его монтажа, наладки, технического обслуживания, посредством электронных ресурсов, официальных сайтов с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot) и программных продуктов Excel, Word, PowerPoint, Pictochart и др., в том числе с использованием информационных технологий, в том числе с помощью современных программных продуктов (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint) и применять для ускорения процесса передачи, обработки и интерпретации информации программные продукты Excel, Word, Power Point, Zoom, Битрикс24, Skype</p>	
--	--	--	---	---	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ в 8 семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в 8 семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в семестре
		№ 8
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	36,25	36,25
Аудиторная работа	36,25	36,25
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	12	12
практические занятия (ПЗ)	24	24
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	71,75	71,75
<i>Расчетно-графическая работа (подготовка)</i>	25,75	25,75
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, и т.д.)</i>	46	46
Вид промежуточного контроля	Зачет	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование тем дисциплины	Всего	Аудиторная работа				Внеауди- торная ра- бота СР
		Л	ПЗ	ЛР	КРА	
Раздел 1 Классификация процессов переработки сельскохозяйственных продуктов	1	1	-	-		-
Раздел 2. Механические процессы	48,75	3	10	-		35,75
Раздел 3. Гидромеханические процессы	58	8	14	-		36
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25			-	0,25	
<i>Подготовка к расчетно-графической работе</i>	1,5				1,5	
Всего за 8 семестр	108	12	24	-	1,75	71,75
Итого по дисциплине	108	12	24	-	1,75	71,75

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. Фильтрование под действием перепада давлений и центробежное

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

Тема 6. Псевдоожижение

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

Тема 7. Перемешивание

Назначение, способы перемешивания. Перемешивание в жидкой среде. Способы перемешивания жидких сред. Перемешивание сыпучих тел. Эффективность перемешивания, расчет мощности, затрачиваемой на механическое перемешивание.

4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1		Раздел 1. Классификация процессов переработки сельскохозяйственных продуктов			1
	Тема 1 <i>Классификация и кинетические закономерности процессов</i>	Лекция № 1 Классификация и кинетические закономерности процессов	ПКос-1.3	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle (sdo.timacad.ru)	1
2.		Раздел 2. Механические процессы			13
	Тема 2 <i>Измельчение и классификация измельченных материалов</i>	Лекция № 2 Измельчение и классификация измельченных материалов, флотация	ПКос-1.3	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle (sdo.timacad.ru)	2
		Практическое занятие № 1 Расчет молотковой дробилки (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практиче- ской работы № 1 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2
		Практическое занятие № 2 Расчет валковой дробилки (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практиче- ской работы № 2 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	2
		Практическое занятие № 3 Определение дисперсного состава сыпучих материалов (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практиче- ской работы № 2 COUNT.EXE (sdo.timacad.ru)	2
	Тема 3 <i>Прессование</i>	Лекция № 3 Прессование	ПКос-1.3	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle (sdo.timacad.ru)	1
		Практическое занятие № 4 Грохочение твердого материала (расчет и представле-		Защита практиче- ской работы № 4 (решение	2

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		ние результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	
		Практическое занятие № 5 Изучение процесса прессования (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 5 COUNT.EXE (sdo.timacad.ru)	2
Раздел 3. Гидромеханические процессы					22
3.	Тема 4 <i>Осаждение гравитационное и центробежное</i>	Лекция № 4 Осаждение гравитационное и центробежное	ПКос-1.3	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle (sdo.timacad.ru)	2
		Практическое занятие № 6 Изучение кинетики гравитационного осаждения (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 6 COUNT.EXE (sdo.timacad.ru)	1
		Практические занятия № 7 Расчет отстойника (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 7. Решение задач Office: Word, Excel (sdo.timacad.ru)	2
		Практическое занятие № 8 Расчет трубчатой сверхцентрифуги (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 7 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru) Тестирование sdo.timacad.ru	1
	Тема 5 <i>Фильтрование под действием не-</i>	Лекция № 6 Фильтрование под действием перепада давлений и центробежное	ПКос-1.3	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle (sdo.timacad.ru)	2

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	репада давлений и центробежное	Практическое занятие № 9 Определение констант фильтрования (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 9 COUNT.EXE (sdo.timacad.ru) Решение индивидуальной задачи (sdo.timacad.ru)	2
		Практическое занятие № 10 Фильтрование: 1) Расчет рамного фильтр-пресса (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint)); 2) Промывка осадка после фильтрования (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 10 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	1
		Практическое занятия № 11 Сравнение центробежного фильтрования с вакуум-фильтрованием ((расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практической работы № 11 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	1
	Тема 6 Псевдоожижение	Лекция 7 Псевдоожижение	ПКос-1.3	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle (sdo.timacad.ru)	2
		Практическое занятие № 12 Псевдоожижение (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel,		Защита практической работы № 12 (решение задач Office: Word, Excel) (sdo.timacad.ru)	1

№ п/п	№ раздела	№ и название занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		PowerPoint))			
		Практическое занятие № 13 Определение скорости начала псевдоожижения, скорости уноса, рабочей скорости (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практи- ческой работы № 13 COUNT.EXE (sdo.timacad.ru)	2
	Тема 7 <i>Перемешива- ние</i>	Лекция № 8 Перемешивание	ПКос-1.3	Mentimeter, Webinar, Zoom, Moodle (sdo.timacad.ru)	2
		Практическое занятие № 14 Испытание лопастной мешалки (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практи- ческой работы № 14 COUNT.EXE (sdo.timacad.ru)	2
		Практическое занятие № 15 Перемешивание в жидкой среде (расчет и представление результатов с использованием информационных технологий в рабочей тетради (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))		Защита практи- ческой работы № 15 (sdo.timacad.ru) Решение задач Office: Word, Excel (sdo.timacad.ru) Тестирование sdo.timacad.ru	1

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 Классификация процессов переработки сельскохозяйственных продуктов		
1.	Тема 1 Классификация и кинетические законы процессов	Конструктивные особенности аппаратов периодического и непрерывного действия, схемы технологических процессов обработки и переработки сельскохозяйственных продуктов (ПКос-1 (ПКос-1.3))
Раздел 2. Механические процессы		
2.	Тема 2	Измельчение кусковых и зернистых материалов: принципы

№ п/п	Название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	Измельчение и классификация измельченных материалов.	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.	Тема 3 Прессование	Прессование: принципы действия, конструктивные особенности и функциональное назначение прессовых машин (ПКос-1 (ПКос-1.3))
Раздел 3. Гидромеханические процессы		
4.	Тема 4 Осаждение гравитационное и центробежное	Конструктивное исполнение аппаратов для очистки газов, супензий 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.	Тема 5 Фильтрование под действием перепада давлений и центробежное	Конструктивные особенности аппаратов для фильтрования под действием перепада давлений (ПКос-1.3)
		Конструктивные особенности фильтрующих центрифуг (ПКос-1 (ПКос-1.3))
6.	Тема 6 Псевдоожижение	Разновидности аппаратов взвешенного слоя: с классическим псевдоожженным (кипящим) слоем, с фонтанирующим слоем, с закрученным слоем, пневмотранспортные (ПКос-1 (ПКос-1.3))
7.	Тема 7 Перемешивание	Способы перемешивания, конструкции мешалок (ПКос-1 (ПКос-1.3))

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Процессы и аппараты», для организации условий освоения студентами компетенций, используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной), активные (проблемное обучение, кол-лективно-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, Power Point), цифровых платформ (Webinar, Zoom, Mentimeter) и цифровых инструментов (Kahoot, Moodle, Fotor, SimInTech).

Согласно учебному плану и графику учебного процесса для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения:

- *основные формы теоретического обучения:* лекции, консультации, зачет;
- *основные формы практического обучения:* практические занятия;
- *дополнительные формы организации обучения:* индивидуальные задачи, тестирование, расчетно-графическая работа (РГР);
- *информационные:* иллюстрация слайд-презентаций, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами при подготовке к лекциям и практическим работам;

- *активного обучения*: консультации по сложным, непонятным вопросам; опережающая самостоятельная работа студентов по изучению нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий; работа в команде при выполнении практических занятий, тестирование, индивидуальные задачи;

- *интерактивное обучение*: посещение специализированных выставок (экскурсии).

В процессе реализации форм обучения предполагается применение различных методов и средства обучения, соответствующих традиционной и инновационным технологиям.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
1.	Тема 1 Классификация и кинетические закономерности процессов	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
2.	Тема 2 Измельчение и классификация измельченных материалов	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		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.	Тема 3 Прессование	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		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.	Тема 4 Осаждение гравитационное и центробежное	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		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.	Тема 5 Фильтрование под действием перепада давлений и центробежное	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		ПЗ	Бригадно-практический метод. Информационные и коммуникационные технологии (работа студентов с учебно-методическим порталом, электрон-

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
		ными ресурсами, с современными программными продуктами (Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint))	
6.	Тема 6 Псевдоожижение	Л	Проблемная лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		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 лекция. Иллюстрация слайд-презентаций. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
		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

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты» в течение одного семестра используются следующие виды контроля самостоятельная работа студентов в виде выполнения расчетно-графической работы:

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний включает:

4 курс, 8 семестр – защита практических занятий, задач и расчетно-графическая работа.

Промежуточный контроль знаний включает:

4 курс, 8 семестр – тестирование.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.1.1 Пример вопросов и задания для защиты практических занятий

ЗАДАНИЕ: представить результаты в таблице Microsoft Excel, Word, PowerPoint. на учебно-методическом портале РГАУ-МСХА <https://sdo.timacad.ru/>

Практическое занятие № 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 $K_{\text{исх}} = 100$ мм. Диаметр кусков дробленного продукта должен составлять $K_{\text{кон}} = 10$ мм

Практическое занятие № 2. «Расчет валковой дробилки»

Условие задачи: определить производительность валковой дробилки твердых отходов, если кружная скорость вращения валков $w = 7 \text{ м/с}$, число оборотов валков $n = 200 \text{ об/мин}$, ширина зазора между валками 30 мм, длина валков 0,7 м, объемная масса измельченного материала $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$.

Практическое занятие № 3. «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.

Практическое занятие № 4. «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 $B = 800 \text{ мм}$ и длина $L = 1900 \text{ мм}$. Удельная производительность грохота составляет $q = 100\text{т}/(\text{ч}\cdot\text{м}^2)$.

Условие задачи: определить количество валковых грохотов ГВII – 100B для грохочения твердого материала на классы >100 и 0-100 мм, если рабочая ширина грохота $B = 1500 \text{ мм}$, длина $L = 3020 \text{ мм}$ и количество поступающего угля $Q = 500 \text{ т/ч}$. Коэффициент неравномерности загрузки грохота $k = 1,15$.

Практическое занятие № 5. «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 пресса?

6. Как классифицируются отстойники?

Практическое занятие № 6. «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?

Практическое занятие № 7. «Расчет отстойника»

Условие задачи: определить диаметр отстойника для непрерывного осаждения крахмала в воде. Производительность отстойника 800 кг/ч по начальной суспензии, содержащей 8 масс. % крахмала. Диаметр наименьших частиц, подлежащих осаждению, 35 мкм. Температура суспензии 15°C. Влажность осадка 70%. Плотность крахмала $\rho_t = 1650 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Условие задачи: как изменится производительность отстойника, если в условиях предыдущей задачи принять диаметр наименьших осаждающихся частиц равным 350 мкм.

Практическое занятие № 8. «Расчет трубчатой сверхцентрифуги»

Условие задачи: определить, какую производительность может обеспечить трубчатая сверхцентрифуга СГО-150 с трехлопастной крыльчаткой, работающая на осветлении растительного масла. Плотность масла $\rho_{ж} = 900 \text{ кг}/\text{м}^3$, вязкость масла при температуре центрифugирования $\mu = 0,003 \text{ (Н с)}/\text{м}^2$, плотность твердых частиц $\rho_t = 1400 \text{ кг}/\text{м}^3$, 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 $n = 13000 \text{ об}/\text{мин}$.

Практическое занятие № 9. «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.

Практическое занятие № 10. «Расчет рамного фильтр-пресса»; «Промывка осадка после фильтрования»

Условие задачи: необходимо отфильтровать суспензию на рамном фильтр-прессе и за 3 часа получить 6 м^3 фильтрата. Опытное фильтрование этой суспензии на лабораторном фильтр-прессе при том же давлении и той же толщине слоя осадка показало, что что константы фильтрования, отнесенные к 1 м^2 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 фильтр-пресса (выбрать по каталогу фильтр-пресс с необходимыми поверхностью фильтрования и количеством рам).

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

Практическое занятие № 11. «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-фильтре составляет $\Delta = 400$ мм рт. ст., диаметр барабана центрифуги $D_h = 400$ мм, высота барабана $H = 500$ мм, число оборотов $n = 800$ об/мин. Плотность фильтрата равна $\rho_c = 1000$ кг/м³, степень заполнения барабана центрифуги во время ее работы $\psi = 0,5$.

Практическое занятие № 12. «Псевдоожижение»

Условие задачи: в аппарате имеется псевдоожиженный слой частиц материала диаметром $d = 1$ мм. Насыпная плотность материала равна $\rho_{\text{нас}} = 650$ кг/м³, истинная плотность $\rho_{\text{ист}} = 1100$ кг/м³, температура оживающего агента (воздуха) $t = 150^\circ\text{C}$, число псевдоожижения $K = 1,6$. Определить критическую, рабочую (отнесенную к полному сечению аппарата) и действительную (в каналах слоя) скорость воздуха, а также скорость уноса.

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 $V = 4300$ м³/ч. Живое сечение газораспределительной решетки $\psi = 0,015$, диаметр отверстий $d_o = 0,8$ мм, толщина решетки $\delta = 2$ мм.

Практическое занятие № 13. «Определение скорости начала псевдоожижения, скорости уноса, рабочей скорости»

1. Дайте определение процессу псевдоожижения.
2. Какие разновидности взвешенного слоя вы знаете?
3. Чему равна сила давления газа на слой при псевдоожижении?
4. Что такое «первая критическая скорость газа» при псевдоожижении?
5. Что такое «вторая критическая скорость газа» при псевдоожижении?
6. Как рассчитываются первая и вторая критические скорости газа при псевдоожижении?

Практическое занятие № 14. «Испытание лопастной мешалки»

1. Что такое перемешивание?
2. Как влияет процесса перемешивания на скорость тепловых и массообменных процессов?
3. Что является основными характеристиками перемешивающих устройств?
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?

Практическое занятия № 15. «Перемешивание в жидкой среде»

Условие задачи: смесь жидкостей общей плотностью $\rho_{\text{ж}} = 1600$ кг/м³ и вязкостью $\mu_{\text{ж}} = 20 \cdot 10^{-3}$ Па с приготовляют 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.

6.1.2. Пример тестирования

ЗАДАНИЕ: выполняется на учебно-методическом портале РГАУ-МСХА
<https://sdo.timacad.ru/>

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. Осаджение взвешенных частиц в газовой или жидкой среде;
7. Фильтрование;
8. Псевдоожижение.

2. Какие из нижеперечисленных процессов относятся к тепловым?

1. Сушка;
2. Перегонка;
3. Выпаривание;
4. Конденсация;
5. Термальная 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:

1. $A = V \cdot H_m$;

2. $A = V \cdot H_m + \Delta S \cdot H_s$;

3. $A = H_s \cdot \Delta S$.

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

1. $A = V \cdot H_m$;

2. $A = V \cdot H_m + \Delta S \cdot H_s$;

3. $A = H_s \cdot \Delta S$.

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

1. $A = V \cdot H_m$;

2. $A = V \cdot H_m + \Delta S \cdot H_s$;

$$3. A = H_S \cdot \Delta S.$$

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

1. Щековая дробилка;
2. Конусная дробилка;
3. Вальцовая;
4. Молотковая дробилка;
5. Шаровая мельница;
6. Вибрационная мельница;
7. Жерновая мельница.

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

1. Щековая дробилка;
2. Конусная дробилка;
3. Вальцовая;
4. Молотковая дробилка;
5. Шаровая мельница;
6. Вибрационная мельница;
7. Жерновая мельница.

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

1. Щековая дробилка;
2. Конусная дробилка;
3. Вальцовая;
4. Молотковая дробилка;
5. Шаровая мельница;
6. Вибрационная мельница;
7. Жерновая мельница.

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

1. Сжатие, сдвиг и срез;
2. Сжатие и сдвиг;
3. Удар;
4. Удар и истирание;
5. Сжатие.

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

1. Сжатие, сдвиг и срез;
2. Сжатие и сдвиг;
3. Удар;
4. Удар и истирание;
5. Сжатие.

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

1. Сжатие, сдвиг и срез;
2. Сжатие и сдвиг;
3. Удар;
4. Удар и истирание;
5. Сжатие.

19. Прессование, это:

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

20. Брикетирование, это:

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

21. Гранулирование, это:

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

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

1. Сцепление частиц обусловлено силами поверхностного натяжения жидкости, особенно проявляющимися в менисках капилляров на стыке двух частиц;
2. Сцепление отдельных частиц обусловлено проявлением сил межмолекулярного взаимодействия;
3. 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:

1. Сцепление частиц обусловлено силами поверхностного натяжения жидкости, особенно проявляющимися в менисках капилляров на стыке двух частиц;
2. Сцепление отдельных частиц обусловлено проявлением сил межмолекулярного взаимодействия;
3. 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:

1. Сила тяжести частиц (гравитационная сила);
2. Центробежные силы;
3. Перепад давлений;
4. Разность концентраций;
5. Силы электрического поля.

2. Расчет отстойника сводится к определению:

1. Скорости осаждения частиц;
2. Производительности отстойника;
3. Рабочего объема камеры отстойника;
4. Площади поверхности осаждения.

3. Осаждение используется для разделения:

1. Суспензий;
2. Эмульсий;
3. Пылей;
4. Дымов;
5. Пены.

4. Осаждение, это:

1. Разделение жидких и газовых неоднородных систем под действием гравитационных сил, сил инерции (центростремительной силы) или сил электрического поля;

2. 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:

1. Сепараторы;
2. Отстойные центрифуги;
3. Отстойники непрерывного действия;
4. Гидроциклоны.

6. Для разделения грубых суспензий используют:

1. Сепараторы;
2. Отстойные центрифуги;
3. Отстойники непрерывного действия;
4. Гидроциклоны.

7. Для очистки газов от пыли используют:

1. Сепараторы;
2. Отстойные центрифуги;
3. Отстойники непрерывного действия;
4. Циклоны.

8. Для осветления суспензий используют:

1. Сепараторы;
2. Отстойные центрифуги;
3. Отстойники непрерывного действия;
4. Гидроциклоны.

Задание 9. Для разделения эмульсий используют:

1. Сепараторы;
2. Отстойные центрифуги;
3. Отстойники непрерывного действия;
4. Отстойники периодического действия;
5. Гидроциклоны.

10. Фактор разделения это:

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

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

1. Увеличивают;
2. Уменьшают.

12. Фильтрование, это:

1. Разделение жидких и газовых неоднородных систем под действием гравитационных сил, сил инерции (центробежной силы) или сил электрического поля;
2. 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 фильтрования частиц:

1. Силы тяжести частиц (гравитационные силы);
2. Центробежные силы (силы инерции);
3. Перепад давлений;
4. Разность концентраций;
5. Силы электрического поля.

14. Расчет фильтров сводится к определению:

1. Величины движущей силы фильтрования;
2. Производительности фильтра;
3. Площади фильтрующей поверхности.

15. Конвективное смешение сыпучих материалов, это явление:

1. Перемещения группы смежных частиц из одного места смеси в другое;
2. Постепенного перераспределения частиц через свежеобразованную границу их раздела;

3. Перераспределения индивидуальных молекул друг относительно друга.

16. Диффузионное смешение сыпучих материалов вызвано:

1. Перемещением группы смежных частиц из одного места смеси в другое;

2. Перераспределением разнородных частиц через границу их раздела;

3. Перемещением индивидуальных частиц друг относительно друга.

Задание 17. Флотация частиц происходит за счет:

1. Хорошей их смачиваемости жидкостью;

2. За счет слипаемости частиц между собой;

3. 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:

1. По величине получаемой их однородности;

2. По величине мощности, вводимой в единицу объема перемешиваемой жидкости;

3. По величине энергии, вводимой в единицу объема перемешиваемой жидкости.

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

1. отношению коэффициентов тепло-и массопередачи в процессах с перемешиванием и без него;

2. по удельной мощности, затрачиваемой на процесс перемешивания;

3. по удельной энергии, затрачиваемой на процесс перемешивания.

20. Какие из низже перечисленных способов используются для перемешивания в жидкой среде?

1. Механический (при помощи мешалок);

2. Циркуляционный;

3. Пневматический;

4. Механический, циркуляционный, пневматический

21. Псевдоожжение – это:

1. Кипение жидкости;

2. Переход пара в жидкость;

3. Переход вещества из твердого состояния в жидкое;

4. Приведение слоя сыпучего материала в состояние, подобное жидкости, по воздействию восходящего потока газа или жидкости.

22. При псевдоожжении:

1. Сила давления газа на слой больше веса слоя;

2. Сила давления газа на слой меньше веса слоя;

3. Сила давления газа на слой равна весу слоя.

6.1.3. Тематика примерных задач

ЗАДАНИЕ: представить результаты в таблице Microsoft Excel, Word, PowerPoint. на учебно-методическом портале РГАУ-МСХА <https://sdo.timacad.ru/>

Гидромеханические процессы (фильтрование)

Задача 1.1. Барабанный вакуум-фильтр, работающий в режиме постоянного перепада давления ($P = \text{const}$).

Барабан (рис. 1), разделенный на ряд секций, соединенных с распределительной головкой, вращается по часовой стрелке. В секциях, погруженных в суспензию, создается вакуум, фильтрат проходит через фильтрующую ткань, стенку барабана, попадает в секцию, откуда через распределительную головку выводится из аппарата. Осадок, остающийся на наружной поверхности барабана, проходит стадию промывки. В секцию перед ножом, срезающим осадок, подается сжатый воздух для того, чтобы приподнять осадок перед ножом.

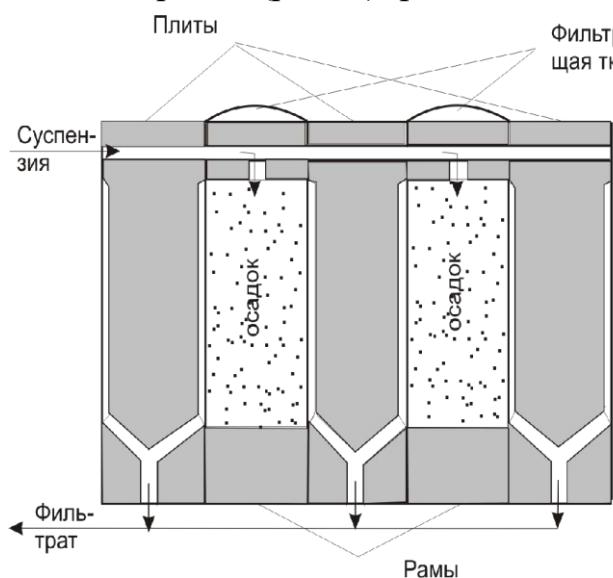


Рис. 1 – Барабан, разделенный на ряд секций, соединенных с распределительной головкой, вращается по часовой стрелке.

Дано: массовый расход суспензии $G_c = 1000 \text{ кг/ч}$, концентрация (массовая) твердых частиц в суспензии $x_c = 10\%$, в осадке $x_{oc} = 40\%$, в фильтрате $x_\phi = 0$. Сопротивление фильтрующей перегородки $R_\phi = 1 \cdot 10^6 \text{ Н}\cdot\text{мин}/\text{м}^3$, удельное сопротивление осадка $r = 2 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{мин}/\text{м}^4$, конечная толщина осадка $\ell_k = 0,01 \text{ м}$, вакуум $50000 \text{ Н}/\text{м}^2$, суспензия водная, промывная жидкость – вода, $x = V_{oc}/V_\phi = 0,5$. Определить поверхность фильтрования (площадь зоны погружения в суспензию) барабана F_ϕ и скорость промывки j_{pr} .

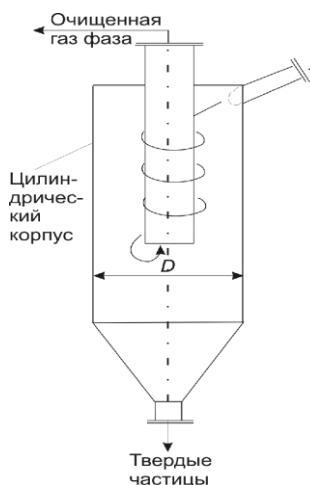
Задача 1.2. Рамный фильтр-пресс, работающий в режиме постоянной скорости фильтрования ($j_\phi = \text{const}$). Рамный фильтр-пресс (рис. 1) собирают из ряда плит и рам, между которыми устанавливают фильтрующую ткань. Суспензию подают по центральному каналу, и она поступает в полое пространство рам. Фильтрат проходит через фильтрующую ткань и по каналам в плитах выводится из фильтра. Осадок остается внутри рам. По мере того как в рамках набирается осадок и возрастает сопротивление фильтрованию, увеличивается перепад давления, развиваемый насосом, подающим суспензию ($j_\phi = \text{const}$). По окончании процесса фильтрования, фильтр разбирают, из рам выгружают осадок; после чего фильтр собирают снова для следующего цикла.

Дано: Рамный фильтр-пресс содержит 20 рам размером $1000 \times 1000 \times 40 \text{ мм}$. Сопротивление фильтрующей перегородки $R = 2 \cdot 10^6 \text{ Н}\cdot\text{мин}/\text{м}^3$, удельное сопротивление осадка $r = 6 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{мин}/\text{м}^3$, предельное давление, развиваемое насосом, $\Delta P = 50000 \text{ Н}/\text{м}^2$, $x = V_{oc}/V_\phi = 0,5$. Определить объем фильтрата V_ϕ , получаемого за один цикл, и время цикла τ_ϕ .

Гравитационное осаждение (осаждение)

Задача 2.1. Дано: $G_c = 50000 \text{ кг}\cdot\text{ч}$, $x_c = 10 \% \text{ мас.}$, $x_{oc} = 40 \% \text{ мас.}$, твердых частиц в осветленной жидкости не содержится $x_{osv} = 0$, $\rho_t = 2000 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\rho_j = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$, $d = (6 - 10) \cdot 10^{-5} \text{ м}$, $\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$. Определить площадь основания отстойника непрерывного действия.

Центробежное осаждение (циклон)



Задача 2.2. Пыль, дым (газовая суспензия) тангенциально вводятся в циклон (рис. 2), поток газовой (жидкой) фазы закручивается вокруг центральной трубы, твердые частицы за счет возникающей центробежной силы отбрасываются к стенке корпуса и опускаются по коническому днищу к разгрузочному отверстию. Очищенный газовый (жидкий) поток выводится через центральную трубу.

Рис. 2. Принципиальная схема циклона

Дано: Перепад давления в циклоне $\Delta P = 1000 \text{ Па}$, плотность газа $\rho_g = 1,3 \text{ кг}/\text{м}^3$, коэффициент сопротивления циклона $\xi = 100$, объемный расход газовой фазы $2,2 \text{ м}^3/\text{с}$. Определить диаметр циклона.

Перемешивание

Задача 3.1. Дано: Объем среды $V = 200 \text{ л}$ с плотностью $\rho_c = 1100 \text{ кг}/\text{м}^3$ перемешивают мешалкой диаметром $d_m = 250 \text{ мм}$. Число оборотов мешалки $n = 300 \text{ об}/\text{мин}$, а критерий мощности мешалки (модифицированный критерий Эйлера) $K_N = 10$. Определить интенсивность перемешивания и мощность, потребляемую при перемешивании.

6.1.4. Примерная тематика расчетно-графических работ

ЗАДАНИЕ: представлено на учебно-методическом портале РГАУ-МСХА <https://sdo.timacad.ru/>

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

Исходные данные: производительность аппарата G , $\text{кг}/\text{ч}$; время пребывания материала в аппарате $\tau_0 = 10 \text{ мин}$; расход воздуха в рабочих условиях V , $\text{м}^3/\text{ч}$; диаметр частиц d , мм ; насыпная плотность слоя $\rho_{\text{нас}}$, $\text{кг}/\text{м}^3$; плотность частиц ρ_t , $\text{кг}/\text{м}^3$; температура воздуха t , $^{\circ}\text{C}$; живое сечение решетки ψ ; диаметр отверстий решетки d_o , мм ; толщина решетки δ , мм .

Задание:

- 1) определить скорость воздуха - первую критическую скорость $w_{\text{кр}}$, скорость уноса w_y , рабочую скорость w , действительную (в свободном сечении между частицами) w_d , $\text{м}/\text{с}$;
- 2) построить график зависимости $\Delta p_{\text{сл}} = f(w)$;
- 3) определить геометрические размеры: высоту неподвижного слоя h_0 , высоту псевдоожженного слоя h , диаметр аппарата, м ;
- 4) определить гидравлическое сопротивление слоя, гидравлическое сопротивление решетки $\Delta p_{\text{реш}}$ и гидравлическое сопротивление аппарата в целом

Δp , Па.

- 5) найти мощность, затрачиваемую на продувку аппарата, кВт.

Выполнение и защита РГР являются обязательным элементом, влияющим на допуск студента к сдаче зачета по дисциплине.

Таблица 7

Исходные данные РГР

№ зада- ния	Исходные данные									
	G , кг/ч	V , $m^3/\text{ч}$	τ_0 , мин	d , мм	$\rho_{\text{нас}}$, кг/ m^3	ρ_t , кг/ m^3	$t, {}^\circ\text{C}$	ψ	d_o , мм	δ , 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 псевдоожижения.
2. При псевдоожижении ожидающим 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 псевдоожижения?
5. В каких технологических процессах используется псевдоожижение?
6. Что такое первая критическая скорость при псевдоожижении?
7. Что такое вторая критическая скорость при псевдоожижении?
8. Какие зависимости используются для расчета первой и второй скорости при псевдоожижении?
9. Что такое число псевдоожижения?
10. В каких пределах можно выбирать рабочую скорость при псевдоожижении?
11. Как рассчитать перепад давления газа при псевдоожижении?

6.1.6. Перечень вопросов к зачету

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 псевдоожиженному слое.
33. Высота неподвижного и псевдоожиженного слоя.
34. Перемешивание в жидкких средах. Способы перемешивания. Качество перемешивания.
35. Расчет мощности, затрачиваемой на перемешивание.
36. Типы мешалок и их конструктивное исполнение.
37. Псевдоожижение: физическая сущность процесса, цель псевдоожижения.
38. Перепад давления в псевдоожиженному слое.
39. Высота неподвижного и псевдоожиженного слоя.
40. Скорость начала псевдоожижения, скорость уноса, рабочая скорость, число псевдоожижения.
41. Расчет псевдоожижения с использование чисел подобия
42. Аппараты со взвешенным слоем: с псевдоожиженым (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 зачету 4 курс 8 семестр необходимо: выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических работ, индивидуальных задач и тестирования, а также выполнение расчетно-графической работы.

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

Знания оцениваются:

- 4 курс 8 семестр: «зачет», «незачет».

Таблица 8

Критерии оценивания письменного и устного опроса

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

Оценка	Критерии оценивания
	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

Таблица 9

Критерии оценивания защиты практических работ

Оценка	Критерии оценивания
практическая работа «зачтена»	практическая работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; практическая 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 TimesNewRoman 14, листы формат А4
практическая работа «незачтена»	практическая работа выполнена с соблюдением правил техники безопасности; практическая 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 TimesNewRoman 14, листы формат А4

Таблица 10

Критерии оценивания индивидуальных задач

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5»	«отлично» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил индивидуальные задачи; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи
Средний уровень «4»	«хорошо» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил индивидуальные задачи; логично, последовательно и аргументировано изложил ход решения поставленной перед ним задачи, но в решении имеются незначительные ошибки и неточности
Пороговый уровень «3»	«удовлетворительно» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил индивидуальные задачи; однако в решении имеются ошибки и неточности, отсутствует пояснения методики решения, небрежное оформление работы
Минимальный уровень «2»	«неудовлетворительно» – студент не выполнил индивидуальные задачи

Таблица 11

Критерии оценивания расчетно-графической работы

Оценка	Критерии оценки
«зачтено»	расчетно-графическая работа выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, чертежи выполнены точно и верно. Студентом сформули-

Оценка	Критерии оценки
	рованы 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

Таблица 12
Критерии оценивания итогового контроля (зачет)

Оценка	Критерии оценки
ЗАЧЕТ	оценку «зачтено» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний)
НЕЗАЧЕТ	оценку «незачтено» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Рудобашта, С.П. Технотехника. 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.: КлолосС. 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 практической работы «Определение дисперсионного состава сыпучих материалов»;
 - К выполнению практической работы «Изучение кинетики гравитационного осаждения»;
 - К выполнению практической работы «Определение констант фильтрования»;
 - К выполнению практической работы «Испытание лопастной мешалки».

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

1. <https://sdo.timacad.ru/> – учебно-методический портал ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА (открытый доступ).
2. <http://window.edu.ru/resource/502/32502> – Инженерно-физический журнал (открытый доступ).
3. <http://firstedu.ru/zhurnaly/teoreticheskie-osnovy-himicheskoy-tehnologii/> – Теоретические основы химической технологии (открытый доступ).
4. <https://studentsnews.ru/tekhnologiya-proizvodstva-i-pererabotki-selskohozyajstvennoj-produkcii.html> – технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции (открытый доступ).
5. <https://www.vimsmit>. – сельскохозяйственные машины и технологии (открытый доступ).
6. <https://portal.timacad.ru/> – учебно-методический портал (открытый доступ).
7. <http://rucont.ru> – электронно-библиотечная система (открытый доступ).
8. <http://www2.viniti.ru> – базы данных ВНИТИ РАН (открытый доступ).
9. <http://www.techgidravlika.ru> – информационно-справочная система (открытый доступ).
10. <http://znanium.com/> – электронно-библиотечная система (открытый доступ).
11. <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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	1	2	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
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.№ 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 обучающих-

ся), 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 занятия, тестирование, задачи, 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.

Студентам необходимо:

- внимательно ознакомиться с содержанием тематического плана, вывешиваемого на кафедре, и приведенным в нем списком рекомендуемой литературы;
- получить консультацию у преподавателя кафедры, ведущего дисциплину «Процессы и аппараты», по всем возникающим учебно-методическим вопросам;
- используя методические пособия, приступить к изучению рекомендуемой литературы строго по темам дисциплины;
- прорабатывать каждую тему сразу после ее прочтения на лекции; приступить к выполнению РГР сразу после получения задания;
- при выполнении РГР ответить на все пункты содержания темы расчетно-графической работы;
- перед выполнением практических занятий ознакомиться с методическими указаниями по их выполнению;
- для допуска к зачету студенту необходимо выполнить и успешно сдать отчеты по всем практическим занятиям, а также выполнить весь объем самостоятельной индивидуальной работы, защитить выполненную РГР, при подготовке к зачету руководствоваться вопросами, приведенными выше в данной рабочей программы.

В конспекте лекций следует избегать подробной записи. Конспект не должен превращаться в единственный источник информации, а должен подводить студента к самостоятельному обдумыванию материала, к работе с учебной книгой. Независимо от того, есть учебник или нет, лекции записывать необходимо.

Последующая работа над лекцией заключается в повторении ее содержания по конспекту (а еще лучше с привлечением дополнительных источников) вскоре после ее прослушивания, т.к. забывание материала, воспринятого любым способом, идет особенно интенсивно сразу же после восприятия.

Оформление практических занятий должно быть максимально приближено к уровню, на котором ведется экспериментальная научно-исследовательская работа в конкретной предметной области.

При подготовке к практическому занятию студент должен изучить рекомендованный к данной теме материал по учебнику и подготовить отчет, который должен содержать наименование работы, цель работы, при необходимости – схемы рассматриваемой установки с указанием контрольно-измерительных приборов, расчетных формул, таблицы для записи опытных данных. На практических занятиях студент обязан обдуманно выполнять задания, анализировать полученные результаты.

Окончательно оформленные отчеты по практическим занятиям защищаются студентами в индивидуальном порядке в часы консультаций преподавателя в день выполнения практического занятия или в ближайшее время.

ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ

Студент, пропустивший лекцию, обязан самостоятельно проработать тему и представить преподавателю, проводящему данный вид занятия, конспект занятия. Студент, не посещавший или пропустивший большое число лекций, для допуска к зачету должен самостоятельно изучить материалы на учебно-методическом портале (открытый доступ) по ссылке <https://portal.timacad.ru/>.

Студент, пропустивший практические занятия и задачи, отрабатывает его в согласованное с преподавателем время и выложить его на учебно-методическом портале (открытый доступ) по ссылке <https://portal.timacad.ru/>.

Студент получает допуск к зачету если выполнены и защищены практические работы, задачи и пройденное тестирование и выполнение РГР, а также имеется в наличии рукописный конспект лекций.

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, задачи, тестирование и расчетно-графическая работа) образуют единый взаимосвязанный учебный процесс.

Чтение лекций является главным звеном учебного процесса. На лекциях излагается основное содержание курса,дается научная и методическая установка в изучении преподаваемой дисциплины. При условии своевременного закрепления лекционного материала в условиях обязательного текущего тестирования, при проведении групповых практических занятий, а также в процессе самостоятельного изучения разделов дисциплины и выполнения расчетно-графической работы, студенты являются на очередные лекции достаточно подготовленными для их прослушивания и усвоения.

Во время лекций демонстрация слайд-презентаций является предпочтительной. Поэтому от преподавателя требуется тщательная работа по методиче-

скому обеспечению таких занятий, включающая отбор необходимых фрагментов видеоматериалов и слайдов, подбор или самостоятельное изготовление иллюстраций и чертежей, проверка качества их демонстрации, количества затрачиваемого времени и т.д.

Проведение практических занятий (последние целесообразно проводить с подгруппой) также является, наряду с лекциями, важным элементом закрепления изучаемого материала и приобретения студентами практических навыков.

Перед проведением очередного практического занятия необходимо заранее предупредить студентов о теме будущего занятия, указать на необходимость самостоятельного ознакомления их с целью, общими положениями (теоретической частью), содержанием заданий по работе, последовательностью и методикой выполнения, с контрольными вопросами и заданиями (служащими для тестирования), подумать о выводах, которые необходимо сделать (при необходимости) в конце работы. Обязательно отметить, что на очередное занятие студент должен прийти с заранее подготовленной рабочей тетрадью по теме работы (т.е. с вписанными в нее теоретическими положениями, формулами и т.п.).

После выполнения необходимых расчетов (при проведении практических занятий) или после снятия опытных данных и обработки их результатов, студенты заполняют (если это предусмотрено заданиями) формы схем, таблицы-пустографики, строят графики, делают выводы по работе.

После выполнения и оформления в рабочей тетради практического занятия, необходимо представить ее на проверку преподавателю и пройти «защиту». Это позволяет студентам еще раз повторить и осмыслить пройденный материал, а преподавателю оценить степень усвоения пройденного студентами материала.

Тестирование. Текущее тестирование целесообразно проводить 2-3 раза в течение семестра. С его помощью проверяется усвоение студентами материала, пройденного за 6-8 недель. Эта проверка должна быть достаточно глубокой с тем, чтобы одновременно служить подготовкой к предстоящему зачету.

По каждому тестируемому разделу дисциплины должно быть разработано несколько (минимум 20) вариантов тестовых заданий, с тем, чтобы близко сидящие студенты имели разные варианты.

При неудовлетворительных результатах тестирования студенты подвергаются тестированию повторно по другому варианту минимум через 1 день. Важным методическим требованием анализа преподавателем результатов тестирования является своевременное (в том числе на этапе пред зачетной консультации) ознакомление студентов с допущенными в нем ошибками.

Выполнение индивидуальных задач, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы и для формирования умений: решение задач по образцу и выполнение расчетов.

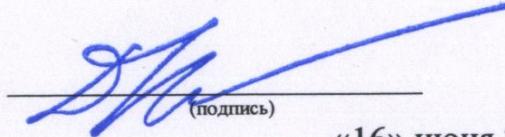
Индивидуальная форма организации самостоятельной работы студентов

предусматривает обязательное личное выполнение индивидуальных задач студентов. Преподавателю необходимо тщательно прогнозировать содержание учебного материала, на основе которого составляются индивидуальные задачи для индивидуальной самостоятельной деятельности студентов.

Индивидуальные задачи вызывает личностное отношение студента к материалу, стимулирует его активность. Возрастает роль студента в определении содержания работы, выборе способов ее выполнения.

Программу разработали:

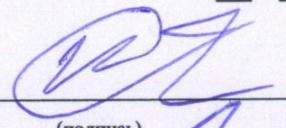
Нормов Д.А., д.т.н., профессор



(подпись)

«16» июня 2025 г.

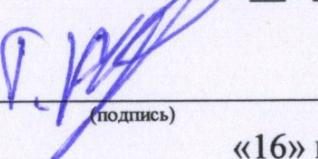
Канатников Ю.А., ст. преподаватель



(подпись)

«16» июня 2025 г.

Кукушкина Т.С., ассистент



(подпись)

«16» июня 2025 г.

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины Б1.В.01.09 Процессы и аппараты
ОПОП ВО по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника,
направленность «Инжиниринг теплоэнергетических систем»
(квалификация выпускника – бакалавр)

Андреевым Сергеем Андреевичем, доцентом кафедры «Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины **«Процессы и аппараты»** ОПОП ВО по направлению **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, направленность **«Инжиниринг теплоэнергетических систем»** (квалификация выпускника – бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко» в соответствии с Учебным планом по программе бакалавриата (разработчики – Нормов Дмитрий Александрович, профессор кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», Канатников Юрий Алексеевич, ст.преподаватель кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко» и Кукушкина Татьяна Сергеевна, ассистент кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко»).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины **«Процессы и аппараты»** (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – В.01.
3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».
4. В соответствии с Программой за дисциплиной **«Процессы и аппараты»** закреплена следующая **компетенция**: ПКос-1 (индикатор компетенции ПКос-1.3). Дисциплина **«Процессы и аппараты»** и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
5. Общая трудоемкость дисциплины **«Процессы и аппараты»** составляет 3 зачетных единицы (108 часов).
6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина **«Процессы и аппараты»** взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и возможность дублирования в содержании отсутствует.
7. Представленная программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.
8. Программа дисциплины **«Процессы и аппараты»** предполагает занятия в интерактивной форме.
9. Виды, содержание и трудоемкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (выполнение практических работ, опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, участие в тестировании, выполнение расчетно-графической работы и аудиторных заданиях – работа с технической литературой), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (из них один – базовый учебник), дополнительной литературой – 8 наименований, Интернет-ресурсы – 11 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

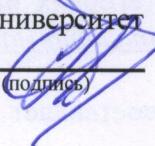
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «**Процессы и аппараты**» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «**Процессы и аппараты**».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «**Процессы и аппараты**» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность «Инжиниринг теплоэнергетических систем» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная профессором кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», доктором технических наук Нормовым Д.А., ст.преподавателем кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко», Канатниковым Ю.А. и ассистентом кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики им. академика И.А. Будзко» Кукушкиной Т.С. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Андреев С.А., доцент кафедры «Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина» ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доцент, доктор технических наук


подпись

«16» июня 2025 г.