

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Бредихин Сергей Алексеевич

Должность: И.о. директора технологического института

Дата подписания: 2023 16:10:52

Уникальный идентификационный ключ:

b3a3b22e47b69c7d2fb47b0fccd0b0d02f47083d



**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)**

Технологический институт

Кафедра Процессы и аппараты перерабатывающих производств

И.о. директора технологического института  
С.А. Бредихин  
“ 31 ” 08 2022 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.05.01 Вибрационная техника и технология пищевых производств**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

Направленность: Машины и аппараты пищевых производств

Курс 4


Семестр 7

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2022

Москва, 2022

Разработчик: Мартеха А.Н., к.т.н., доцент

  
«25» августа 2022 г.

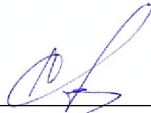
Рецензент: Коноплин Н.А., к.ф.-м.н., доцент

  
«25» августа 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта (Специалист по эксплуатации технологического оборудования и процессов пищевой и перерабатывающей промышленности) по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств  
протокол № 1 от «25» августа 2022 г.

Зав. кафедрой Бредихин С.А., д.т.н., профессор

  
«25» августа 2022 г.

**Согласовано:**


Председатель учебно-методической комиссии

Технологического института Дунченко Н.И., д.т.н., профессор

Протокол №1

«25» августа 2022 г

Заведующий выпускающей кафедрой  
Бредихин С.А., д.т.н., профессор

  
(подпись)

«25» августа 2022 г.

Зав. отдела комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	4
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ.....	5
ПО СЕМЕСТРАМ.....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	9
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>12</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>13</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	13
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	16
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>17</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	17
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	17
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>17</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....	<b>18</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>18</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>19</b>
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>19</b>

## **Аннотация**

рабочей программы учебной дисциплины  
Б1.В.ДВ.05.01 «Вибрационная техника и технология пищевых  
производств»

для подготовки бакалавра по направлению 15.03.02 – Технологические машины и оборудование направленности  
Машины и аппараты пищевых производств

**Цель освоения дисциплины:** Формирование знаний, умений и навыков, необходимых в профессиональной деятельности бакалавра в области изучения вибрационной техники и технологии пищевых производств.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4.

**Краткое содержание дисциплины:** Основы теории вынужденных колебаний. Математические методы анализа и синтеза вибрационной техники. Вибровозбудители и эффект вибрационного перемещения. Вибрационная техника пищевых производств. Техника для вибротранспортирования твердых, пастообразных и жидких продуктов. Техника для разделения и перемешивания в вибрационном поле. Техника для виброизмельчения и виброуплотнения. Техника для проведения тепло- и массообменных процессов в вибрационном поле.

**Общая трудоемкость дисциплины:** трудоёмкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единиц. Система текущего контроля построена на регулярном анализе знаний студентов в процессе практических занятий. Часть теоретического материала вынесена на самостоятельную работу студентов.

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой.

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Вибрационная техника и технология пищевых производств» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области изучения вибрационной техники и технологии пищевых производств

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

Дисциплина «Вибрационная техника и технология пищевых производств» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана вариативной части дисциплин по выбору. Дисциплина «Вибрационная техника и технология пищевых производств» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 15.03.02 – Технологические машины и оборудование.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Вибрационная техника и технология пищевых производств» являются: инженерная графика; материаловедение и технология конструкционных материалов; основы технологии машиностроения; основы технологии пищевых производств; основы профессиональной деятельности; процессы и аппараты пищевых производств; системы процессов и машин перерабатывающих и пищевых технологий; технологическое оборудование разборки сельскохозяйственного сырья; технологическое оборудование сборки продуктов питания; основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств; машиноведение; инженерная реология.

Дисциплина «Вибрационная техника и технология пищевых производств» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: технологическое оборудование комбинированной переработки сельскохозяйственной продукции; монтаж, эксплуатация и ремонт машин и аппаратов пищевых производств; техника пищевых производств малых предприятий; выпускная квалификационная работа.

Особенностью дисциплины является то, что в ней собран и систематизирован фактический материал по изучению теоретических основ вибрационной техники для агропромышленного комплекса; изучению принципа действия, особенностей конструкции, режимов нагружения вибрационных машин, их составных частей, узлов и механизмов; формированию знаний и умений, развитию и приобретению навыков выполнения расчета и проектирования вибрационных машин с учетом условий эксплуатации, динамических и технологических нагрузок.

Рабочая программа дисциплины «Вибрационная техника и технология пищевых производств» 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, представленных в таблице 1.

### **4. Структура и содержание дисциплины**

#### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

## 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 обеспечивать эффективное использование технологического оборудования для производства продукции пищевых производств, в том числе с применением современных цифровых средств и технологий	ПКос-1.1 Демонстрирует знания по планированию технического обслуживания, в том числе с применением современных диагностических цифровых средств и технологий	специфику того как планировать техническое обслуживание	применять навыки для того чтобы планировать техническое обслуживание	приемами, методами того как планировать техническое обслуживание
			ПКос-1.2 Обосновывает рациональный состав и потребность в технических средствах для выполнения работ по техническому обслуживанию, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	специфику того как обосновывать рациональный состав и потребность в технических средствах для выполнения работ по техническому обслуживанию	применять навыки для того чтобы обосновывать рациональный состав и потребность в технических средствах для выполнения работ по техническому обслуживанию	приемами, методами того как обосновывать рациональный состав и потребность в технических средствах для выполнения работ по техническому обслуживанию
			ПКос-1.3 Обосновывает потребность сервисных предприятий в материально-технических ресурсах, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	специфику того как обосновывать потребность сервисных предприятий в материально-технических ресурсах	применять навыки для того чтобы обосновывать потребность сервисных предприятий в материально-технических ресурсах	приемами, методами того как обосновывать потребность сервисных предприятий в материально-технических ресурсах
			ПКос-1.4 Обеспечивает профессиональную эксплуатацию машин и технологического оборудования, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	специфику того как обеспечить профессиональную эксплуатацию машин и технологического оборудования	применять навыки для того чтобы обеспечить профессиональную эксплуатацию машин и технологического оборудования	приемами, методами того как обеспечить профессиональную эксплуатацию машин и технологического оборудования

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. по семестрам №7
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108/4</b>	<b>108/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>50,35/4</b>	<b>50,35/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>50,35/4</b>	<b>50,35/4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	34/4	34/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>57,65</b>	<b>57,65</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)</i>	57,65	57,65
Вид промежуточного контроля:	зачет с оценкой	

\* в том числе практическая подготовка

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР	ПКР всего/*	
Раздел 1 «Основы теории вынужденных колебаний»	41,65	4	10/1	-	-	27,65
Раздел 2 «Вибрационная техника пищевых производств»	66	12	24/3	-	-	30
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	<b>0,35</b>	-	-	-	<b>0,35</b>	-
<b>Всего за 7 семестр</b>	108	16	34/4	-	0,35	57,65
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>34/4</b>	<b>-</b>	<b>0,35</b>	<b>57,65</b>

\* в том числе практическая подготовка

## Раздел 1 Основы теории вынужденных колебаний.

**Тема 1** Математические методы анализа и синтеза вибрационной техники.

Понятие расчетной схемы вибромашины для анализа ее динамики. Общее дифференциальное уравнение движения вибромашины под действием возмущающей силы. Анализ динамики вибромашины с жестким, инерционным направленного действия, упругим и вязким приводами. Составление дифференциальных уравнений, их решение и получение расчетных зависимостей для амплитуды колебаний, амплитуды возмущающей силы и потребляемой мощности приводом. Методы теории колебаний. Численное решение дифференциальных

уравнений. Понятие о параметрических и автоколебаниях. Примеры использования этих видов колебаний в технологических машинах АПК. Сведение математических моделей вибромашин к известным моделям теории колебаний.

**Тема 2** Вибровозбудители и эффект вибрационного перемещения.

Классификация вибровозбудителей. Особенности их конструкции и области использования. Принцип работы резонансных вибровозбудителей. Базовые модели вибрационного перемещения. Псевдооживление сыпучей среды при вибрациях. Виброреологические характеристики сельхозсырья. Виброкипящий слой и стадии его развития. Анализ факторов данного процесса на основе модели Лоренца. Волновые эффекты в сыпучей и жидкой среде и их использование в пищевых технологиях.

**Раздел 2** Вибрационная техника пищевых производств.

**Тема 1** Техника для вибротранспортирования твердых, пастообразных и жидких продуктов.

Особенности вибротранспортирования твердых, пастообразных и жидких материалов. Вибрационные конвейеры. Вибрационные дозаторы. Особенности конструкции. Параметрические расчеты. Вибрационные интенсификаторы истечения сыпучих материалов из бункеров: виброворонки и виброднища. Вибрационные насосы: инерционные и объемные. Вспомогательное транспортное оборудование.

**Тема 2** Техника для разделения и перемешивания в вибрационном поле.

Закономерности и особенности процессов разделения в вибрационном поле и вибрационного перемешивания сыпучих, пастообразных и жидких продуктов. Вибрационные сепараторы, грохоты и классификаторы. Вибрационное фильтрование и центрифугирование. Аппараты для предотвращения слеживаемости материалов и образования сводов в бункерах. Вибрационные смесители для сыпучих, пастообразных и жидких продуктов. Особенности конструкции и работа. Параметрические расчеты. Выбор оптимальных режимов эксплуатации.

**Тема 3** Техника для виброизмельчения и виброуплотнения.

Основные технологические закономерности вибрационного измельчения, обработки твердых материалов и виброуплотнения. Вибрационные дробилки и мельницы. Виброобрабатывающие машины. Виброплощадки с вертикальными колебаниями, резонансные виброплощадки, глубинные вибровозбудители. Ударно-вибрационные площадки и площадки с пространственным движением рабочих органов. Вибрационные грануляторы. Вибрационные формовочные и прессующие устройства. Особенности конструкции и работа. Параметрические расчеты. Выбор оптимальных режимов эксплуатации.

**Тема 4** Техника для проведения тепло- и массообменных процессов в вибрационном поле.

Принципы использования вибрации в тепло- и массообменных процессах. Вибрационная мойка и экстракция. Виброкипение. Сушка дисперсных материалов в виброкипящем слое. Устройства для перекачивания жидких материалов. Особенности конструкции и работа. Параметрические расчеты. Выбор оптимальных режимов эксплуатации.



### 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1. Основы теории вынужденных колебаний.</b>				<b>14/1</b>
	Тема 1. Математические методы анализа и синтеза вибрационной техники.	Лекция №1 Понятие расчетной схемы вибромашины для анализа ее динамики. Общее дифференциальное уравнение движения вибромашины под действием возмущающей силы. Анализ динамики вибромашины с жестким, инерционным направленным действием, упругим и вязким приводами.	ПКос-1	Зачет с оценкой	2
		Практическая работа №1 Составление расчетной схемы вибромашины с анализом ее динамики.	ПКос-1	Устный опрос	2/0,1
		Практическая работа №2 Изучение динамики вибромашины с различными приводами.	ПКос-1	Устный опрос	2/0,2
		Практическая работа №3 Изучение примеров параметрических и автоколебаний в технологических машинах АПК.	ПКос-1	Устный опрос	2/0,2
	Тема 2. Вибровозбудители и эффект вибрационного перемещения.	Лекция №2 Классификация вибровозбудителей. Особенности их конструкции и области использования. Принцип работы резонансных вибровозбудителей. Базовые модели вибрационного перемещения.	ПКос-1	Зачет с оценкой	2
		Практическая работа №4 Изучение волновых эффектов в сыпучих продуктах.	ПКос-1	Устный опрос	2/0,2
		Практическая работа №5 Изучение волновых эффектов в жидких продуктах.	ПКос-1	Устный опрос	2/0,3
2.	<b>Раздел 2. Вибрационная техника пищевых производств.</b>				<b>36/3</b>
	Тема 1. Техника для	Лекция №1 Особенности вибротранспорти-	ПКос-1	Зачет с оценкой	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	вибротранспортирования твердых, пастообразных и жидких продуктов.	рования твердых, пастообразных и жидких материалов. Вибрационные конвейеры. Вибрационные дозаторы. Особенности конструкции. Параметрические расчеты.			
		Практическая работа №1 Изучение устройства, работы и методики расчета вибрационных конвейеров и дозаторов.	ПКос-1	Устный опрос	4/0,5
	Тема 2. Техника для разделения и перемешивания в вибрационном поле.	Лекция №2 Закономерности и особенности процессов разделения в вибрационном поле и вибрационного перемешивания сыпучих, пастообразных и жидких продуктов. Вибрационные сепараторы, грохоты и классификаторы.	ПКос-1	Зачет с оценкой	2
		Лекция №3 Вибрационные смесители для сыпучих, пастообразных и жидких продуктов. Особенности конструкции и работа. Параметрические расчеты. Выбор оптимальных режимов эксплуатации.	ПКос-1	Зачет с оценкой	2
		Практическая работа №2 Изучение устройства, работы и методики расчета вибрационных сепараторов, грохотов и классификаторов.	ПКос-1	Устный опрос	4/0,5
		Практическая работа №3 Изучение устройства, работы и методики расчета вибрационных смесителей.	ПКос-1	Устный опрос	4/0,2
		Тема 3. Техника для виброизмельчения и виброуплотнения.	Лекция №4 Основные технологические закономерности вибрационного измельчения, обработки твердых материалов и виброуплотнения. Вибрационные дробилки и мельницы.	ПКос-1	Зачет с оценкой
	Лекция №5 Вибрационные грануляторы. Вибрационные формовочные и прессующие устройства. Особенности конструкции и работа. Параметрические расчеты. Вы-		ПКос-1	Зачет с оценкой	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
		бор оптимальных режимов эксплуатации.			
		Практическая работа №4 Изучение устройства, работы и методики расчета вибрационных дробилок и мельниц.	ПКос-1	Устный опрос	4/0,3
		Практическая работа №5 Изучение устройства, работы и методики расчета вибрационных грануляторов, формовочных и прессующих устройств.	ПКос-1	Устный опрос	4/0,2
	Тема 4. Техника для проведения тепло- и массообменных процессов в вибрационном поле.	Лекция №6 Принципы использования вибрации в тепло- и массообменных процессах. Вибрационная мойка и экстракция. Виброкипение.	ПКос-1	Зачет с оценкой	2
		Практическая работа №6 Изучение устройства, работы и методики расчета оборудования для сушки дисперсных материалов в виброкипящем слое.	ПКос-1	Устный опрос	4/0,3

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1</b>		
1.	Тема 1	Составление дифференциальных уравнений, их решение и получение расчетных зависимостей для амплитуды колебаний, амплитуды возмущающей силы и потребляемой мощности приводом. Методы теории колебаний, Численное решение дифференциальных уравнений. Понятие о параметрических и автоколебаниях. Примеры использования этих видов колебаний в технологических машинах АПК. Сведение математических моделей вибромашин к известным моделям теории колебаний. Компетенции: ПКос-1.
2.	Тема 2	Псевдооживление сыпучей среды при вибрациях. Виброреологические характеристики сельхозсырья. Виброкипящий слой и стадии его развития. Анализ факторов данного процесса на основе модели Лоренца. Волновые эффекты в сыпучей и жидкой среде и их использование в пищевых технологиях. Компетенции: ПКос-1.

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 2</b>		
3.	Тема 1	Вибрационные интенсификаторы истечения сыпучих материалов из бункеров: виброворонки и виброднища. Вибрационные насосы: инерционные и объемные. Вспомогательное транспортное оборудование. Компетенции: ПКос-1.
4.	Тема 2	Вибрационное фильтрование и центрифугирование. Аппараты для предотвращения слеживаемости материалов и образования сводов в бункерах. Вибрационные смесители для сыпучих, пастообразных и жидких продуктов. Особенности конструкции и работа. Параметрические расчеты. Выбор оптимальных режимов эксплуатации. Компетенции: ПКос-1.
5.	Тема 3	Виброобрабатывающие машины. Виброплощадки с вертикальными колебаниями, резонансные виброплощадки, глубинные вибровозбудители. Ударно-вибрационные площадки и площадки с пространственным движением рабочих органов. Компетенции: ПКос-1.
6.	Тема 4	Сушка дисперсных материалов в виброкипящем слое. Устройства для перекачивания жидких материалов. Особенности конструкции и работа. Параметрические расчеты. Выбор оптимальных режимов эксплуатации. Компетенции: ПКос-1.

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Анализ динамики вибромашины с жестким, инерционным направленным действием, упругим и вязким приводами.	Л Проблемная лекция
2.	Особенности вибротранспортирования твердых, пастообразных и жидких материалов.	Л Проблемная лекция
3.	Изучение волновых эффектов в сыпучих продуктах.	ПЗ Разбор конкретной ситуации
4.	Изучение волновых эффектов в жидких продуктах.	ПЗ Разбор конкретной ситуации
5.	Изучение устройства, работы и методики расчета оборудования для сушки дисперсных материалов в виброкипящем слое.	ПЗ Разбор конкретной ситуации

## **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**

**Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям – устному опросу (текущий контроль):**

1. Принцип работы, конструкция вибрационных дозаторов.
2. Вибрационные интенсификаторы истечения сыпучих материалов из бункеров.
3. Конструкция и принцип работы вибрационных насосов.
4. Вспомогательное вибротранспортное оборудования.
5. Конструкция и принцип работы вибрационных сепараторов.
6. Принцип работы, конструкция вибрационных классификаторов.
7. Вибрационное фильтрование.
8. Вибрационное центрифугирование.
9. Конструкция и принцип работы вибрационных питателей.
10. Конструкция и принцип работы вибрационных измельчителей.
11. Принцип работы, конструкция вибрационных мельниц.
12. Вибросмесители для сыпучих материалов.
13. Вибросмесители для жидких сред.
14. Конструкция и принцип работы вибрационных уплотняющих машин.
15. Общие закономерности вибрационных процессов.
16. Выбор параметров вибротранспортирования.
17. Основные типы вибротранспортных машин.
18. Конструкция и работа виброприводов.
19. Упругие связи вибромашин и их расчет.
20. Резиновые и резинометаллические детали.
21. Пневмоупругие связи, рессоры и пружины.
22. Методика анализа динамики одномассных вибротранспортных машин.
23. Методика анализа динамики вибромашины с жестким приводом.
24. Методика анализа динамики вибромашины с инерционным самобалансным приводом.
25. Методика анализа динамики вибромашины с упругим приводом.
26. Методика анализа динамики вибромашины с вязким приводом.
27. Особенности вибротранспортирования материалов и конструкций виброконвейеров.
28. Вибрационные сушилки.
29. Вибрационные мойки.
30. Вибрационные интенсификаторы истечения сыпучих материалов из бункеров.

31. Вспомогательное вибротранспортное оборудования.
32. Вибрационные машины для уборки фруктов.
33. Вибрационные классификаторы.
34. Вибрационное фильтрование.
35. Вибрационное центрифугирование.
36. Аппараты с вибрационной очисткой зернистого слоя и адсорбционным разделением газов с применением вибрации.
37. Методы анализа и синтеза вибромашин.
38. Динамика двухмассных систем.
39. Вибрационные обрабатывающие машины.
40. Математические модели виброперемещения.
41. Понятие о расчетной модели вибромашин.
42. Вибросмесители для жидких сред.
43. Вибрационные грануляторы.
44. Вибрационно-волновые устройства и машины.
45. Вибрационные теплообменные аппараты.
46. Методика выбора динамической схемы вибрационной машины.
47. Оптимизация формы дебалансов.

**Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой):**

1. Математические методы анализа и синтеза вибрационной техники.
2. Понятие расчетной схемы вибромашин для анализа ее динамики.
3. Общее дифференциальное уравнение движения вибромашин под действием возмущающей силы.
4. Анализ динамики вибромашин с жестким, инерционным направленным действием, упругим и вязким приводами.
5. Составление дифференциальных уравнений, их решение и получение расчетных зависимостей для амплитуды колебаний, амплитуды возмущающей силы и потребляемой мощности приводом.
6. Методы теории колебаний.
7. Численное решение дифференциальных уравнений.
8. Понятие о параметрических и автоколебаниях.
9. Примеры использования этих видов колебаний в технологических машинах АПК.
10. Сведение математических моделей вибромашин к известным моделям теории колебаний.
11. Вибровозбудители и эффект вибрационного перемещения.
12. Классификация вибровозбудителей. Особенности их конструкции и области использования.
13. Принцип работы резонансных вибровозбудителей.
14. Базовые модели вибрационного перемещения.

15. Псевдооживление сыпучей среды при вибрациях.
16. Виброреологические характеристики сельхозсырья.
17. Виброкипящий слой и стадии его развития. Анализ факторов данного процесса на основе модели Лоренца.
18. Волновые эффекты в сыпучей и жидкой среде и их использование в пищевых технологиях.
19. Техника для вибротранспортирования твердых, пастообразных и жидких продуктов.
20. Особенности вибротранспортирования твердых, пастообразных и жидких материалов. Вибрационные конвейеры.
21. Вибрационные дозаторы. Особенности конструкции. Параметрические расчеты.
22. Вибрационные интенсификаторы истечения сыпучих материалов из бункеров: виброворонки и виброднища.
23. Вибрационные насосы: инерционные и объемные.
24. Вспомогательное транспортное оборудование.
25. Техника для разделения и перемешивания в вибрационном поле.
26. Закономерности и особенности процессов разделения в вибрационном поле и вибрационного перемешивания сыпучих, пастообразных и жидких продуктов.
27. Вибрационные сепараторы, грохоты и классификаторы.
28. Вибрационное фильтрование и центрифугирование.
29. Аппараты для предотвращения слеживаемости материалов и образования сводов в бункерах.
30. Вибрационные смесители для сыпучих, пастообразных и жидких продуктов. Особенности конструкции и работа. Параметрические расчеты. Выбор оптимальных режимов эксплуатации.
31. Техника для виброизмельчения и виброуплотнения.
32. Основные технологические закономерности вибрационного измельчения, обработки твердых материалов и виброуплотнения.
33. Вибрационные дробилки и мельницы.
34. Виброобрабатывающие машины.
35. Виброплощадки с вертикальными колебаниями, резонансные виброплощадки, глубинные вибровозбудители.
36. Ударно-вибрационные площадки и площадки с пространственным движением рабочих органов.
37. Техника для проведения тепло- и массообменных процессов в вибрационном поле.
38. Принципы использования вибрации в тепло- и массообменных процессах. Вибрационная мойка и экстракция.
39. Виброкипение. Сушка дисперсных материалов в виброкипящем слое.
40. Устройства для перекачивания жидких материалов. Особенности конструкции и работа. Параметрические расчеты. Выбор оптимальных режимов эксплуатации.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться балльно-рейтинговая/традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 7

Шкала оценивания	Зачет с оценкой
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> 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.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.



## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Кузьмичев, В.А. Основы проектирования вибрационного оборудования: учебное пособие / В.А. Кузьмичев. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1673-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50161>

2. Техника пищевых производств малых предприятий. Часть 1. Разборка сельскохозяйственного сырья на анатомические части: учебник для вузов / С. Т. Антипов, А. И. Ключников, И. С. Моисеева [и др.]. — 2-е изд., перераб. И доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-7327-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/174962>

3. Развитие инженерии техники пищевых технологий: учебник / С. Т. Антипов, А. В. Журавлев, В. А. Панфилов, С. В. Шахов; под редакцией В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-3906-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206780>

### 7.2 Дополнительная литература

1. Техника пищевых производств малых предприятий: учебник для вузов / С. Т. Антипов, А. И. Ключников, И. С. Моисеева [и др.] ; Под редакцией академика Российской академии наук В. А. Панфилова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2021 — Часть 3: Комбинированная переработка сельскохозяйственного сырья — 2021. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-7326-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176838>

2. Антипов, С. Т. Проектирование технологий и техники будущего пищевых производств: учебник для вузов / С. Т. Антипов, В. А. Панфилов, С. В. Шахов; Под редакцией академика Российской академии наук В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-9362-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/233243>.

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

1. <http://window.edu.ru/> - открытый доступ.
2. <http://ru.wikipedia.org/> - открытый доступ.
3. [www.library.timakad.ru](http://www.library.timakad.ru) - открытый доступ.
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека. [www.gpntb.ru/](http://www.gpntb.ru/) - открытый доступ.
5. Национальная электронная библиотека. [www.nns.ru/](http://www.nns.ru/) – открытый доступ.
6. Российская государственная библиотека. [www.rsl.ru/](http://www.rsl.ru/) - открытый доступ

7. Информационно-поисковая система ФИПС. [www.1/fips.ru/](http://www.1/fips.ru/) - открытый доступ.
8. Поисковая система «Яндекс». [www.yandex.ru/](http://www.yandex.ru/) - открытый доступ.
9. Поисковая система «Google». [www.google.ru/](http://www.google.ru/) - открытый доступ.
10. Электронная библиотечная система «Книгафонд». [www.knigafund.ru/](http://www.knigafund.ru/) - открытый доступ

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

Программы: Microsoft Office (Word, Excel, Access ), программный комплекс Mathcad, Интернет, электронные ресурсы технических библиотек. Компас-3d (2d), T-FLEX CAD, AutoCAD, SOLIDWORKS.

Таблица 9

#### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы
1	Основы теории вынужденных колебаний	Microsoft Office (Word, Excel, Access Компас-3d (2d), T-FLEX CAD, AutoCAD, SOLIDWORKS, Mathcad	Обучающие
2	Вибрационная техника пищевых производств	Microsoft Office (Word, Excel, Access Компас-3d (2d), T-FLEX CAD, AutoCAD, SOLIDWORKS, Mathcad	Обучающие

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

Таблица 10

#### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных * помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Учебный корпус №1, ауд.102	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
Учебный корпус №1, ауд.221	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
Учебный корпус №1, ауд.326	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
Центральная научная библиотека имени Н.И.Железнова, читальный зал	Компьютеры

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

Для изучения дисциплины "Вибрационная техника и технология пищевых производств" требуются наличие базовых знаний в области естественнонаучных и специальных дисциплин. Залогом успешного ее освоения является соблюдение логической последовательности разделов, сочетание аудиторной и самостоятельной работы, а также групповых и индивидуальных консультаций. Сочетание теоретических и практических занятий по темам дисциплины, своевременное выполнение практических работ, обеспечивает формирование умений и навыков, необходимых для дальнейшей самостоятельной работы в данной области. Для углубленного изучения дисциплины воспользуйтесь обширными списками отечественной и зарубежной литературы и интернет-источниками.

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

Студент, пропустивший занятия обязан самостоятельно изучить пропущенную тему по учебнику с использованием дополнительной литературы, указанной в списке, а также специализированных периодических изданий. Отработка пропущенных лекционных и практических занятий проводится в форме представления реферата и ответов на контрольные вопросы.

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

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем использования технологий бально-рейтинговой оценки результатов, группового способа обучения на практических занятиях, разбора конкретных ситуаций. Реализация компетентного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных и интерактивных форм проведения занятий, профориентацией в процессе обучения. Посещение профильных научно-исследовательских институтов и предприятий должно повысить интерес к изучению дисциплины.

Текущий контроль успеваемости студентов и промежуточная аттестация проводится путем сдачи зачета с оценкой. Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение основополагающих разделов дисциплины, а также изучение разделов, в недостаточной мере рассматриваемых на лекционных и практических занятиях.

**Программу разработал:**

Мартеха А.Н., к.т.н., доцент

