

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Бредихин Сергей Алексеевич

Должность: И.о. директора технологического института

Дата подписания: 31.08.2023 11:34:05

Уникальный программный 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»

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора технологического института

С.А. Бредихин

“30” августа 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.24 Машиноведение**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

Направленность: Машины и аппараты пищевых производств

Курс 3

Семестр 6

Форма обучения – очная

Год начала подготовки 2023

Москва, 2023

Разработчик Солдусова Е.А., к.т.н., доцент



«2» августа 2023 г.

Рецензент Масловский С.А., к.с.-х.н., доцент

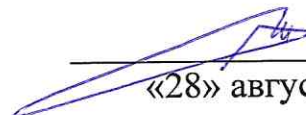


«4» августа 2023 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта (специалист по механизации, автоматизации и роботизации технологического оборудования и процессов пищевой и перерабатывающей промышленности) по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование и учебного плана. План одобрен ученым советом вуза, протокол №7 от 12.05.2023 года.

Программа обсуждена на заседании кафедры Процессов и аппаратов перерабатывающих производств протокол № 1 от «28» августа 2023 г.

И.о. зав. кафедрой Бакин И.А., д.т.н., профессор



«28» августа 2023 г.

**Согласовано:**

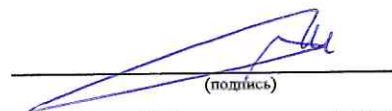
Председатель учебно-методической комиссии

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



Протокол №9 от «28» августа 2023 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой  
Бакин И.А., д.т.н., профессор



(подпись)

«28» августа 2023 г.

Зам. директора ЦНБ Берберов П.А.



(подпись)

«29» августа 2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ .....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	4
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	13
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	20
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	21
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	25
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	26
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	26
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	26
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	27
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	28
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	28
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	28
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	29



## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины «Машиноведение» для подготовки бакалавра по направлению 15.03.02 – Технологические машины и оборудование направленности «Машины и аппараты пищевых производств»

Рабочая программа дисциплины «Машиноведение» содержит необходимый материал, руководствуясь которым преподаватель обеспечит качественное усвоение студентами необходимого объёма знаний. Дисциплина предназначена для передачи студентам современных знаний в области науки о машинах, объединяющей комплекс научных исследований по наиболее общим вопросам, связанным с машиностроением, независимо от областей принадлежности и целевого назначения машин. Дисциплина «Машиноведение» способствует развитию у студентов знаний методов проектирования, конструирования и расчета машин и аппаратов пищевых производств с использованием инновационных конструкторских решений. Это нацеливает будущего специалиста на создание нового высокоэффективного оборудования с использованием новейших технологических решений, как с точки зрения создания машин, так и с точки зрения осуществляемого в машинах технологического процесса переработки пищевого сырья.

Трудоёмкость дисциплины составляет 144 часа, 4 зачетные единицы. Система текущего контроля построена на регулярном анализе знаний студентов в процессе практических занятий. Часть теоретического материала вынесена на самостоятельную работу студентов. По завершению изучения дисциплины студенты сдают зачет с оценкой.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Машиноведение» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области науки о машинах, с учетом свойств обрабатываемых в оборудовании материалов, а также подготовки студентов к решению задач создания и модернизации машин и аппаратов пищевых производств для получения высококачественной готовой продукции при переработке пищевого сырья.

### 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Машиноведение» включена в обязательную часть дисциплин Блока 1 учебного плана. Дисциплина «Машиноведение» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Предшествующими дисциплинами, на знаниях которых непосредственно базируется дисциплина «Машиноведение» являются: Математика, Начертательная геометрия, Инженерная графика, Теоретическая механика, Сопроотивление материалов, Теория механизмов и машин, Детали машин, Основы расче-



та и конструирования машин и аппаратов пищевых производств, Информатика и цифровые технологии. Спецификой дисциплины является подготовка бакалавров к решению таких профессиональных задач как: обоснование кинематической и динамической схем конструируемой машины; выбор наиболее рациональных видов приводных механизмов рабочих органов машин, с учетом свойств обрабатываемого пищевого сырья; расчеты кинематических и динамических параметров оборудования; постановка задач исследования кинематики и динамики исполнительных механизмов машин (машины с жестким кинематическим приводом, машины с центробежными вибровозбудителями) с целью определения наиболее рационального типа приводного механизма для переработки того или иного пищевого сырья.

Дисциплина «Машиноведение» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Технологическое оборудование для упаковки пищевых продуктов, Холодильная техника и технология, Монтаж, эксплуатация и ремонт машин и аппаратов пищевых производств, Технологическое оборудование комбинированной переработки сельскохозяйственной продукции, Диагностика и сервисное обслуживание машин и аппаратов пищевых производств, Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств

Особенностью дисциплины является подготовка бакалавров к решению следующих профессиональных задач: организация современных технологических комплексов перерабатывающих и пищевых производств в виде систем процессов; компоновка отдельных машин, аппаратов и биореакторов в технические комплексы в виде поточных линий (систем машин); развитие систем машин (конструкций ведущего оборудования) для повышения эффективности как отдельных процессов, так и технологий в целом как их систем; подбор оборудования для реализации конкретной технологии на основе инженерных расчетов основных параметров машин, аппаратов и биореакторов; обеспечение санитарного и технического обслуживания технологического оборудования в составе линий.

Рабочая программа дисциплины «Машиноведение» 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 (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций (ОПК) и профессиональных компетенций (ПК), представленных в таблице 1.



Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:			
			знать	уметь	владеть	
1.	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	Индикаторы компетенций	знать	уметь	владеть
			<p>ОПК-1.1 Знает основы естественнонаучных и инженерных дисциплин, вычислительной техники и программирования, цифровых технологий</p> <p>ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, цифровых средств и технологий</p> <p>ОПК-1.3 Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в т.ч. с использованием цифровых средств и технологий</p>	<p>Основами естественных и инженерных дисциплин, вычислительной техники и программирования, цифровых технологий</p> <p>Решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, цифровых средств и технологий</p> <p>Использовать навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в т.ч. с использованием цифровых средств и технологий</p>	<p>Основами естественных и инженерных дисциплин, вычислительной техники и программирования, цифровых технологий</p> <p>Методами решения стандартных профессиональных задач с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, цифровых средств и технологий</p> <p>Навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в т.ч. с использованием цифровых средств и технологий</p>	



	технологий	Методики обработки результатов экспериментальных исследований. Принцип работы рекомбинуемого к внедрению оборудования. Технические возможности предприятия производства и оборудования машины и оборудования. Методику разработки технического задания на производство нового оборудования.	гтий	Методами обработки результатов исследований. Навыками анализа результатов исследований. Методами оценки качества продукции, получаемой после обработки в исследуемом оборудовании.
2.	ОПК-5.1 Понимает технологические процессы изготовления, сборки и испытания проектируемых узлов и агрегатов	Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил	Обосновать и провести научные исследования по изучению параметров машин и оборудования, обеспечивающих высокое качество переработки пищевого сырья. Делать выводы из анализа результатов выполненных исследований.	Приемами проведения экспериментальных исследований процессов и испытаний в профессиональной деятельности под руководством специалиста более высокой квалификации
3.	ОПК-9 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование.	ОПК-5.2 Владеет знаниями стандартов, норм и правил в области профессиональной деятельности	Проводить экспериментальные исследования процессов и испытаний в профессиональной деятельности под руководством специалиста более высокой квалификации	Приемами технического экономического обоснования разработки и внедрения нового технологического оборудования, в том числе с использованием цифровых средств и технологий

			ровых средств и технологий		логий	логий	логий
4.	ПКос-1 Способен обеспечивать эффективное использование технологий 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	Способы выражения знаний по планированию технического обслуживания, в том числе с применением современных диагностических цифровых средств и технологий	Показывать знания по планированию технического обслуживания, в том числе с применением современных диагностических цифровых средств и технологий	Способами выражения знаний по планированию технического обслуживания, в том числе с применением современных диагностических цифровых средств и технологий		
		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	Обоснования рационального состава и потребности в технических средствах для выполнения работ по техническому обслуживанию, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	Обосновывать рациональный состав и потребность в технических средствах для выполнения работ по техническому обслуживанию, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	Методами обоснования рационального состава и потребности в технических средствах для выполнения работ по техническому обслуживанию, в том числе с использованием цифровых средств и технологий		
		ПКос-1.4 Обеспечивает профессиональную эксплуатацию машин и технологического оборудования, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	Специфику профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	Обеспечивать профессиональную эксплуатацию машин и технологического оборудования, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	Методами, которые обеспечивают профессиональную эксплуатацию машин и технологического оборудования, в том числе с использованием цифровых средств и технологий		



## 4. Структура и содержание дисциплины

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 часа), их распределение по видам работ и семестрам представлено в таблице 2

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. по семестрам № 6
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>68,35/4</b>	<b>68,35/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>68,35/4</b>	<b>68,35/4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	34	34
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	–	–
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	34	34
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>75,65</b>	<b>75,65</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)</i>	66,65	66,65
<i>Подготовка к зачету с оценкой</i>	9	9
<b>Вид промежуточного контроля:</b>	Зачёт с оценкой	

\* в том числе практическая подготовка

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПЗ всего/ *	ПКР	
Раздел 1 «Динамика вибрационных технологических и транспортных машин»	36	10	–	4	–	22
Раздел 2 «Теоретические основы вибрационного перемещения»	44	12	–	10/2	–	22
Раздел 3 «Центробежный вибровозбудитель для сообщения различных видов колебаний рабочим органам машин»	54,65	12	–	20/2	–	22,65
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	–	–	–	0,35	–
<i>Подготовка к зачету</i>	9	–	–	–	–	9
<b>Всего за 6 семестр</b>	<b>144</b>	<b>34</b>	<b>–</b>	<b>34/4</b>	<b>0,35</b>	<b>75,65</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>34</b>	<b>–</b>	<b>34/4</b>	<b>0,35</b>	<b>75,65</b>

\* в том числе практическая подготовка

**Раздел 1.** Динамика вибрационных технологических и транспортных машин.

**Тема 1.** Динамика вибрационных машин с прямолинейными гармоническими колебаниями рабочих органов.

(Исполнительные механизмы для сообщения рабочим органам машин прямолинейных колебаний. Кривошипно-ползунный механизм. Синусный механизм. Кинематика исполнительных механизмов. Центробежный вибровозбудитель для сообщения рабочим органам машин прямолинейных гармонических колебаний. Динамика вибрационных машин с кинематическим приводом и с центробежным вибровозбудителем.).

**Тема 2.** Динамика вибрационных машин с круговыми поступательными колебаниями рабочих органов.

(Центробежный вибровозбудитель с одним дебалансом. Определение дисбаланса дебаланса. Понятие эксцентриситета. Определение амплитуды и частоты круговых поступательных колебаний рабочего органа. Регулировка амплитуды круговых поступательных колебаний. Динамика вибрационных машин с круговыми поступательными колебаниями рабочих органов в горизонтальной плоскости. Динамика вибрационных машин с круговыми поступательными колебаниями рабочих органов в вертикальной плоскости.).

**Раздел 2.** Теоретические основы вибрационного перемещения.



**Тема 2 1.** Вибрационное перемещение материальной частицы относительно наклонной рабочей поверхности, совершающей прямолинейные гармонические колебания.

(Дифференциальные уравнения относительного движения частицы в проекциях на оси переносной системы координат. Определение безотрывного режима движения частицы относительно рабочей поверхности. Определение возможных режимов безотрывного движения частицы относительно вибрирующей поверхности.).

**Тема 2 2.** Определение средней скорости частицы относительно вибрирующей рабочей поверхности.

(Интегрирование дифференциальных уравнений относительного движения материальной частицы. Определение зависимости скорости частицы при её движении относительно поверхности в положительном и отрицательном направлениях. Определение фазовых углов начала и окончания движения частицы относительно поверхности в каждом из направлений методом последовательных приближений. Определение перемещения частицы в положительном и отрицательном направлениях за период колебаний рабочей поверхности.).

**Тема 2 3.** Вибрационное перемещение материальной частицы при её движении относительно вибрирующей поверхности в режиме двустороннего скольжения с двумя мгновенными остановками.

(Обоснование наиболее рационального режима относительного движения сыпучего материала в вибрационных сепарирующих машинах. Условие существования режима двустороннего движения с двумя мгновенными остановками. Аналитическое определение фазовых углов начала и окончания движения частицы в каждом из направлений. Аналитическое определение средней скорости вибрационного перемещения в режиме двустороннего движения с двумя мгновенными остановками.).

**Раздел 3.** Центробежный вибровозбудитель для сообщения различных видов колебаний рабочим органам машин.

**Тема 3 1.** Центробежный вибровозбудитель с одним и с двумя дебалансами.

(Определение силы возбуждающей колебания рабочего органа в центробежном вибровозбудителе с одним дебалансом. Центробежный вибровозбудитель с двумя дебалансами для возбуждения прямолинейных гармонических колебаний. Центробежный вибровозбудитель с двумя дебалансами для возбуждения гармонических вращательных колебаний. Определение силового фактора возбуждающего колебания рабочего органа центробежным вибровозбудителем с двумя дебалансами.).

**Тема 3 2.** Центробежный вибровозбудитель с четырьмя дебалансами: для возбуждения негармонических прямолинейных колебаний; для возбуждения негармонических вращательных колебаний.

(Относительная фазировка медленно вращающихся дебалансов и относительная фазировка быстро вращающихся дебалансов в центробежном вибровозбудителе с четырьмя дебалансами для возбуждения негармонических прямолинейных колебаний. Относительная фазировка медленно вращающихся



дебалансов и относительная фазировка быстровращающихся дебалансов в центробежном вибровозбудителе с четырьмя дебалансами для возбуждения негармонических вращательных колебаний. Определение зависимости прямолинейно колеблющейся силы возбуждаемой четырехдебалансным вибровозбудителем от угла поворота медленно и быстровращающихся дебалансов за кинематический цикл механизма вибровозбудителя. Определение зависимости колебаний момента возбуждаемого четырёхдебалансным вибровозбудителем от угла поворота медленно и быстровращающихся дебалансов за кинематический цикл механизма вибровозбудителя.).

**Тема 3 3.** Возбуждение негармонических колебаний силовых факторов с прогнозируемыми параметрами центробежным вибровозбудителем, содержащим четыре дебаланса.

(Определение влияния соотношения частот вращения медленно и быстровращающихся дебалансов в центробежном вибровозбудителе с четырьмя дебалансами на характер закона (симметричный, несимметричный) колебаний силового фактора (силы или момента) возбуждаемого вибровозбудителем. Определение влияния соотношения величин дисбалансов медленно и быстровращающихся дебалансов в центробежном вибровозбудителе с четырьмя дебалансами на характер закона (симметричный, несимметричный) колебаний силового фактора (силы или момента) возбуждаемого вибровозбудителем. Определение влияния начальной фазировки медленно и быстровращающихся дебалансов в центробежном вибровозбудителе с четырьмя дебалансами на характер закона (симметричный, несимметричный) колебаний силового фактора (силы или момента) возбуждаемого вибровозбудителем.)

**Тема 3 4.** Регулирование параметров закона колебаний силовых факторов в вибровозбудителе, содержащем четыре дебаланса.

(Определение влияния начальной фазировки медленно вращающихся дебалансов в центробежном вибровозбудителе с четырьмя дебалансами на характер закона (симметричный, несимметричный) колебаний силового фактора (силы или момента), возбуждаемого вибровозбудителем, при условии, что частоты вращения медленно и быстровращающихся дебалансов отличаются вдвое. Определение влияния начальной фазировки быстровращающихся дебалансов в центробежном вибровозбудителе с четырьмя дебалансами на характер закона (симметричный, несимметричный) колебаний силового фактора (силы или момента), возбуждаемого вибровозбудителем, при условии, что частоты вращения медленно и быстровращающихся дебалансов отличаются вдвое. Определение влияния начальной фазировки медленно вращающихся дебалансов в центробежном вибровозбудителе с четырьмя дебалансами на направление (положительное, отрицательное) максимального силового фактора, возбуждаемого вибровозбудителем, при условии, что частоты вращения медленно и быстровращающихся дебалансов отличаются вдвое. Определение влияния начальной фазировки быстровращающихся дебалансов в центробежном вибровозбудителе с четырьмя дебалансами на направление (положительное, отрицательное) максимального силового фактора, возбуждаемого вибровозбудителем, при условии, что частоты вращения медленно и быстровращающихся дебалансов отличаются вдвое.)



### 4.3 Лекции/лабораторные/практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций, лабораторных работ, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия <sup>1</sup>	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1.	Раздел 1. Динамика вибрационных технологических и транспортных машин		ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Устный опрос Защита практической работы	14
	Тема 1. Динамика вибрационных машин с прямолинейными гармоническими колебаниями рабочих органов.	Лекция № 1. Динамика вибрационных машин с кинематическим приводом и с центробежным вибровозбудителем.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Устный опрос	4
		Практическая работа № 1. Аналитическая кинематика исполнительных механизмов рабочих органов машин. Определение зависимости прямолинейно колеблющейся силы, возбуждаемой вибровозбудителем с двумя дебалансами.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Защита практической работы	2
	Тема 2. Динамика вибрационных машин с круговыми поступательными колебаниями рабочих органов.	Лекция № 2. Центробежный вибровозбудитель для сообщения рабочим органам машин круговых поступательных колебаний.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Устный опрос	6
		Практическая работа № 2.	ОПК-1.1;	Защита прак-	2

<sup>1</sup> Вид контрольного мероприятия (текущий контроль) для практических и лабораторных занятий: устный опрос, контрольная работа, защита лабораторных работ, тестирование, коллоквиум и т.д.

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия <sup>1</sup>	Кол-во часов/ из них практи- ческая подго- товка
		Определение зависимости силы, возбуждаемой центробежным вибровозбудителем, для сообщения рабочим органам машин круговых поступательных колебаний.	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	тической работы	
2.	<b>Раздел 2. Теоретические основы вибрационного перемещения.</b>		ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Устный опрос Защита практической работы	22/2
	Тема 2.1. Вибрационное перемещение материальной частицы относительно наклонной рабочей поверхности, совершающей прямолинейные гармонические колебания.	Лекция № 3. Дифференциальные уравнения движения частицы по гармонически колеблющейся плоскости и их интегрирование.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Устный опрос	4
		Практическая работа № 3. Определение условия безотрывного движения частицы относительно колеблющейся плоскости для реальных сочетаний кинематических и установочных параметров вибрационных сепарирующих и транспортных машин	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Защита практической работы	2
		Практическая работа № 4. Исследование влияния кинематических и установочных параметров колебаний поверхности на соблюдение условия безотрывного движения частицы.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Защита практической работы	2
	Тема 2.2. Определение средней скорости ча-	Лекция № 4. Перемещение и средняя скорость частицы относительно вибрирующей рабочей поверхности за пе-	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1;	Устный опрос	4



№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия <sup>1</sup>	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	стицы относительно вибрирующей рабочей поверхности.	риод её колебаний.	ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4		
		Практическая работа № 5. Расчет перемещений в положительном и отрицательном направлениях и средней скорости частицы при её движении относительно рабочей поверхности в различных режимах.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Защита практической работы	2
	Тема 2.3. Вибрационное перемещение материальной частицы при её движении относительно вибрирующей поверхности в режиме двустороннего скольжения с двумя мгновенными остановками.	Лекция № 5. Обоснование условий существования режима двустороннего скольжения с двумя мгновенными остановками и определение средней скорости частицы в этом режиме. Формулы для определения значений фазовых углов начала и окончания движения частицы в положительном и отрицательном направлениях.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Устный опрос	4
		Практическая работа № 6. Расчет перемещений частицы относительно плоскости в положительном и отрицательном направлениях при движении в режиме двустороннего скольжения с двумя мгновенными остановками.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Защита практической работы	2
		Практическая работа № 7. Расчет средней скорости частицы при её движении относительно поверхности в режимах с паузами.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Защита практической работы	2/2
3.	<b>Раздел 3. Центробежный вибровозбудитель для сообщения различных видов колебаний рабочим органам машин.</b>		ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1;	Устный опрос Защита практической работы	<b>22</b>

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия <sup>1</sup>	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
			ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4		
	Тема 3.1. Центробежный вибро-возбудитель с одним и с двумя дебалансами.	Лекция № 6. Центробежный вибро-возбудитель с одним дебалансом для сообщения рабочим органам машин круговых поступательных колебаний. Центробежный вибро-возбудитель с двумя дебалансами для сообщения рабочим органам машин прямолинейных гармонических колебаний.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Устный опрос	4
		Лекция № 7. Центробежный вибро-возбудитель с двумя дебалансами для сообщения рабочим органам машин вращательных колебаний. Определение зависимости возбуждаемого вибро-возбудителем силового фактора в вибро-возбудителях с одним и с двумя дебалансами.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Устный опрос	4
		Практическая работа № 8. Расчет и построение годографов силы возбуждаемой центробежным вибро-возбудителем с одним и с двумя дебалансами.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Защита практической работы	2
		Практическая работа № 9. Расчет и исследование на экстремумы зависимостей силового фактора, возбуждаемого центробежным вибро-возбудителем с двумя дебалансами.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Защита практической работы	2
	Тема 3.2. Центробежный вибро-возбудитель	Лекция № 8. Центробежный вибро-возбудитель с четырьмя дебалансами для возбуждения прямолинейных не-	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1;	Зачет	4



№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия <sup>1</sup>	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	с четырьмя дебалансами: для возбуждения негармонических прямолинейных колебаний; для возбуждения негармонических вращательных колебаний.	гармонических колебаний и вращательных негармонических колебаний.	ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4		
		Практическая работа № 10. Определение зависимости прямолинейно колеблющейся силы, возбуждаемой четырехдебалансным вибровозбудителем, от угла поворота дебалансов.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Защита практической работы	2
		Практическая работа № 11. Определение зависимости колебаний момента, возбуждаемого четырехдебалансным вибровозбудителем, от угла поворота дебалансов.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Устный опрос	2
		Практическая работа № 12. Определение условий, при которых четырехдебалансный вибровозбудитель возбуждает круговые поступательные или эллиптические поступательные колебания рабочего органа машины.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Защита практической работы	2
	Тема 3.3. Возбуждение негармонических колебаний силовых факторов с прогнозируемыми параметрами центробежным вибровозбудителем, содержащим четыре деба-	Практическая работа № 13. Определение влияния соотношения частот вращения медленно и быстро вращающихся дебалансов на характеристики закона колебаний силового фактора.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Устный опрос	2
		Практическая работа № 14. Определение влияния соотношения величин дисбалансов медленно и быстро вращающихся дебалансов на характеристики закона колебаний силового фактора.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1;	Защита практической работы	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия <sup>1</sup>	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	ланса.		ПКос-1.2; ПКос-1.4		
		Практическая работа № 15. Определение влияния начальной фазировки медленно и быстро вращающихся дебалансов на характеристики закона колебаний силового фактора.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Устный опрос	2
		Практическая работа № 16. Определение влияния начальной фазировки быстро вращающихся дебалансов на характеристики закона колебаний силового фактора.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Защита практической работы	2
	Тема 3.4. Регулирование параметров закона колебаний силовых факторов в вибровозбудителе, содержащем четыре дебаланса.	Практическая работа № 17. Определение влияния начальной фазировки медленно вращающихся дебалансов на характеристики закона колебаний силового фактора.	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4	Защита практической работы	2/2

Таблица 5а<sup>1</sup>

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1</b> Динамика вибрационных технологических и транспортных машин (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4)		
1.	Тема 1 Динамика вибрационных машин с прямолинейными гармоническими колебаниями рабочих органов.	Основные рычажные исполнительные механизмы: кривошипно-ползунный; синусный. Гармонические колебания. Амплитуда колебаний. Частота колебаний. Размах колебаний. Мощность, крутящий момент. Собственные колебания. Вынужденные колебания. Частота собственных и вынужденных колебаний. Осцилляторный резонанс. Жесткость пружины. Расчет необходи-



№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		мого момента на валу кривошипа для запуска машины с кинематическим жестким приводом. Методы запуска машины с кинематическим приводом при уравнивании реакций в кинематических парах привода пружинами.
2.	Тема 2 Динамика вибрационных машин с круговыми поступательными колебаниями рабочих органов.	Центробежный вибровозбудитель с одним дебалансом. Понятие дебаланса. Понятие дисбаланса. Эксцентриситет дебаланса. Амплитуда колебаний. Частота колебаний. Размах колебаний. Собственные колебания. Вынужденные колебания. Частота собственных и частота вынужденных колебаний. Определение частоты собственных колебаний. Условие возникновения резонанса.
<b>Раздел 2</b> Теоретические основы вибрационного перемещения (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4)		
3.	Тема 2 1 Вибрационное перемещение материальной частицы относительно наклонной рабочей поверхности, совершающей прямолинейные гармонические колебания.	Условие существования безотрывного движения материальной частицы относительно прямолинейно колеблющейся наклонной поверхности. Влияние кинематических (амплитуда и частота колебаний) и установочных (угол наклона рабочей поверхности к горизонтали, угол наклона плоскости колебаний с плоскости рабочей поверхности) параметров колеблющейся рабочей поверхности на безотрывное движение частицы. Возможные режимы безотрывного движения частицы относительно рабочей поверхности.
4.	Тема 2 2 Определение средней скорости частицы относительно вибрирующей рабочей поверхности.	Определение установившегося режима движения частицы при отсутствии подбрасывания в случаях её скольжении относительно поверхности в режимах: двустороннее скольжение без пауз (с двумя мгновенными остановками); двустороннее скольжение с одной паузой с одной мгновенной остановкой; двустороннее скольжение с двумя паузами; одностороннее скольжение с одной паузой.
5.	Тема 2 3 Вибрационное перемещение материальной частицы при её движении относительно вибрирующей поверхности в режиме двустороннего скольжения с двумя мгновенными остановками.	Определение фазовых углов начала и окончания скольжения частицы в положительном и отрицательном направлениях при её двустороннем движении относительно рабочей поверхности с двумя мгновенными остановками в установившемся режиме. Определение условий существования двустороннего движения с двумя мгновенными остановками (без пауз). Определение средней скорости вибрационного перемещения частицы методом поэтапного интегрирования.
<b>Раздел 3</b> Центробежный вибровозбудитель для сообщения различных видов колебаний рабочим органам машин (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-9.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.4)		
6.	Тема 3 1 Центробежный вибровозбудитель с одним и с двумя дебалансами.	Центробежный вибровозбудитель направленного и ненаправленного действия. Основные понятия: дебаланс, дисбаланс, эксцентриситет. Центробежный вибровозбудитель с двумя дебалансами для возбуждения прямолинейно колеблющейся силы по гармоническому закону. Определение зависимости прямолинейно колеблющейся силы от углов поворота дебалансов из начального положения.
7.	Тема 3 2 Центробежный вибровозбудитель	Центробежный вибровозбудитель направленного действия. Центробежный вибровозбудитель направленного действия с



№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	Тема 3 2 Дебалансы: для возбуждения негармонических прямолинейных колебаний; для возбуждения негармонических вращательных колебаний.	двумя дебалансами для возбуждения гармонических колебаний силы или момента. Определение зависимостей силы или момента от углов поворота дебалансов из начального положения. Возбуждение колебаний силы или момента центробежным вибровозбудителем, содержащим четыре дебаланса. Условия начальной фазировки дебалансов для возбуждения колебаний либо силы, либо момента. Определение зависимости силы от угла поворота дебалансов из начального положения. Определение зависимости момента от угла поворота дебалансов из начального положения.
8.	Тема 3 3 Возбуждение негармонических колебаний силовых факторов с прогнозируемыми параметрами центробежным вибровозбудителем, содержащим четыре дебаланса.	Влияние начальной фазировки медленно- и быстро вращающихся дебалансов на характер (симметричные, несимметричные) колебаний силовых факторов, возбуждаемых центробежным вибровозбудителем, содержащим четыре дебаланса. Влияние соотношения максимальных силовых факторов, возбуждаемых силами инерции медленно- и быстро вращающихся дебалансов, на степень несимметрии закона колебаний силовых факторов, возбуждаемых центробежным вибровозбудителем.
9.	Тема 3 4 Регулирование параметров закона колебаний силовых факторов в вибровозбудителе, содержащем четыре дебаланса.	Влияние начальной фазировки медленно вращающихся дебалансов на характер закона колебаний силовых факторов, возбуждаемых центробежным вибровозбудителем с четырьмя дебалансами. Влияние начальной фазировки быстро вращающихся дебалансов на характер закона колебаний силовых факторов, возбуждаемых центробежным вибровозбудителем с четырьмя дебалансами.

## 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.	Динамика машин с кинематическим приводом и с центробежным вибровозбудителем	Л	Проблемная лекция
2.	Дифференциальные уравнения движения частицы по гармонически колеблющейся плоскости и их интегрирование	Л	Проблемная лекция
3	Определение влияния параметров четырехдебалансного вибровозбудителя на характеристики закона колебаний силового	Л	Проблемная лекция



№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	фактора		
4	Исследование влияния кинематических и установочных параметров колебаний поверхности на соблюдение условия безотрывного движения частицы	ПЗ	Разбор конкретной ситуации
5	Определение зависимости прямолинейно колеблющейся силы, возбуждаемой четырехдебалансным вибровозбудителем, от угла поворота дебалансов.	ЛР	Разбор конкретной ситуации
6	Определение зависимости колебаний момента, возбуждаемого четырехдебалансным вибровозбудителем, от угла поворота дебалансов.	ПЗ	Разбор конкретной ситуации
7	Определение влияния соотношения частот вращения медленно и быстро вращающихся дебалансов на характеристики закона колебаний силового фактора.	ПЗ	Разбор конкретной ситуации
8	Определение влияния соотношения величин дисбалансов медленно и быстро вращающихся дебалансов на характеристики закона колебаний силового фактора.	ЛР	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**

**Комплект заданий для защит практических работ**

**Тема 3 1. Центробежный вибровозбудитель с одним и с двумя дебалансами.**

Вариант 1. Определение зависимости силы, возбуждаемой вибровозбудителем с одним дебалансом.

Задание 1. Построение годографа силы, возбуждаемой вибровозбудителем: варианты заданий отличаются различными величинами дисбаланса и различной частотой вращения дебаланса.

Вариант 2. Определение зависимости силового фактора, возбуждаемого вибровозбудителем с двумя дебалансами.

Задание 1. Определение взаимной фазировки дебалансов для возбуждения вибровозбудителем прямолинейно колеблющейся силы.

Задание 2. Определение взаимной фазировки дебалансов для возбуждения вибровозбудителем колебаний момента.

Задание 3. Определение зависимости прямолинейно колеблющейся силы от угла поворота дебалансов и исследование зависимости на экстремумы: варианты заданий отличаются различной начальной фазировкой дебалансов.

Задание 4. Определение зависимости момента, возбуждаемого вибровозбудителем, от угла поворота дебалансов и исследование зависимости на экстремумы: варианты заданий отличаются различной начальной фазировкой дебалансов.

**Тема 3 2.** Центробежный вибровозбудитель с четырьмя дебалансами.

Вариант 1. Определение зависимости силы, возбуждаемой вибровозбудителем.

Задание 1. Определение взаимной фазировки дебалансов для возбуждения вибровозбудителем прямолинейно колеблющейся силы.

Задание 2. Определение зависимости силы от угла поворота дебалансов и исследование зависимости на экстремумы: варианты заданий отличаются начальной фазировкой дебалансов.

Вариант 2. Определение зависимости момента, возбуждаемого вибровозбудителем.

Задание 1. Определение взаимной фазировки дебалансов для возбуждения вибровозбудителем колебаний момента.

Задание 2. Определение зависимости момента от угла поворота дебалансов и исследование зависимости на экстремумы: варианты заданий отличаются начальной фазировкой дебалансов.

**Тема 3 3.** Возбуждение негармонических колебаний силовых факторов с прогнозируемыми параметрами.

Вариант 1. Влияние начальной фазировки медленно- и быстро вращающихся дебалансов на характер зависимости колебаний силовых факторов, возбуждаемых центробежным вибровозбудителем, содержащим четыре дебаланса.

Задание 1. Определение зависимости силового фактора, возбуждаемого вибровозбудителем, при условии, что в начальном положении дебалансы создают максимальные силовые факторы одинакового направления: варианты заданий отличаются величиной дисбалансов медленно- и быстро вращающихся дебалансов.

Задание 2. Определение зависимости силового фактора, возбуждаемого вибровозбудителем, при условии, что в начальном положении дебалансы со-



здают силовые факторы равные нулю: варианты заданий отличаются величиной дисбалансов медленно- и быстровращающихся дебалансов.

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

1. Типы приводов вибрационных технологических и транспортных машин.
2. Центробежный вибровозбудитель ненаправленного и направленного действий.
3. Обоснование динамической модели вибрационной машины с кинематическим жестким приводом.
4. Динамика вибрационных машин с кинематическим жестким приводом. Определение реакции привода на рабочий орган машины.
5. Динамика вибрационных машин с кинематическим приводом. Исследование зависимости реакции привода на рабочий орган от частоты его колебаний.
6. Мощность и крутящий момент на валу кривошипа при установившемся режиме
7. Момент на валу кривошипа, необходимый для запуска машины с кинематическим жестким приводом.
8. Динамика вибрационных машин с центробежным вибровозбудителем с двумя дебалансами.
9. Амплитудно-частотная характеристика машины с центробежным вибровозбудителем, содержащим два дебаланса.
10. Анализ амплитудно-частотной характеристики машины с центробежным вибровозбудителем.
11. Схема к процессу вибрационного перемещения и составление дифференциальных уравнений движения материальной частицы.
12. Условие безотрывного движения частицы по вибрирующей поверхности.
13. Возможные режимы безотрывного вибрационного перемещения частицы при прямолинейных гармонических колебаниях опорной поверхности.
14. Определение фазовых углов начала и окончания относительного движения частицы при прямолинейных колебаниях опорной поверхности.
15. Определение средней скорости виброперемещения материальной частицы.
16. Графическая интерпретация уравнений относительного движения материальной частицы в режиме двустороннего скольжения с двумя мгновенными остановками.
17. Графическая интерпретация уравнений относительного движения материальной частицы в режиме двустороннего скольжения с одной паузой с одной мгновенной остановкой после положительного перемещения.

18. Графическая интерпретация уравнений относительного движения материальной частицы в режиме двустороннего скольжения с одной паузой с одной мгновенной остановкой после отрицательного перемещения.
19. Графическая интерпретация уравнений относительного движения материальной частицы в режиме с двумя паузами.
20. Графическая интерпретация уравнений относительного движения материальной частицы в режиме одностороннего скольжения с одной паузой – скольжение в положительном направлении.
21. Графическая интерпретация уравнений относительного движения материальной частицы в режиме одностороннего скольжения с одной паузой – скольжение в отрицательном направлении.
22. Условие существования режима двустороннего скольжения с двумя мгновенными остановками при вибрационном перемещении частицы по вибрирующей поверхности.
23. Центробежный вибровозбудитель с одним дебалансом.
24. Центробежный вибровозбудитель с двумя дебалансами для возбуждения прямолинейных колебаний.
25. Центробежный вибровозбудитель с двумя дебалансами для возбуждения вращательных колебаний.
26. Центробежный вибровозбудитель, содержащий четыре дебаланса для возбуждения негармонических (несимметричных) прямолинейных колебаний.
27. Центробежный вибровозбудитель, содержащий четыре дебаланса для возбуждения негармонических (несимметричных) вращательных колебаний.
28. Центробежный вибровозбудитель, содержащий четыре дебаланса для возбуждения негармонических симметричных прямолинейных колебаний.
29. Центробежный вибровозбудитель, содержащий четыре дебаланса для возбуждения негармонических симметричных вращательных колебаний.
30. Определение зависимости силы, возбуждаемой центробежным вибровозбудителем, содержащим четыре дебаланса.
31. Определение зависимости момента, возбуждаемой центробежным вибровозбудителем, содержащим четыре дебаланса.
32. Оценка степени несимметрии зависимости силового фактора (силы или момента), возбуждаемого центробежным вибровозбудителем, содержащим четыре дебаланса.
33. Условия начальной фазировки медленно- и быстро вращающихся дебалансов обеспечивающие несимметрию закона колебаний силового фактора.



ра, возбуждаемого центробежным вибровозбудителем, содержащим четыре дебаланса.

34. Условия начальной фазировки медленно- и быстро вращающихся дебалансов обеспечивающие симметрию закона колебаний силового фактора, возбуждаемого центробежным вибровозбудителем, содержащим четыре дебаланса.
35. Влияние соотношения максимальных силовых факторов, возбуждаемых медленно- и быстро вращающимися дебалансами, на параметры закона колебаний силового фактора.
36. Влияние соотношения угловых скоростей медленно- и быстро вращающихся дебалансов в центробежном вибровозбудителе на параметры закона колебаний силового фактора.
37. Соотношение угловых скоростей медленно- и быстро вращающихся дебалансов в центробежном вибровозбудителе, при которых закон колебаний силовых факторов симметричен.
38. Регулирование направления несимметрии зависимости силового фактора путем изменения начальной фазировки медленно вращающихся дебалансов.
39. Регулирование направления несимметрии зависимости силового фактора путём изменения начальной фазировки быстро вращающихся дебалансов в центробежном вибровозбудителе с четырьмя дебалансами.
40. Обеспечение симметрии зависимости силового фактора путём изменения начальной фазировки медленно вращающихся дебалансов в центробежном вибровозбудителе с четырьмя дебалансами.
41. Обеспечение симметрии зависимости силового фактора путём изменения начальной фазировки быстро вращающихся дебалансов в центробежном вибровозбудителе с четырьмя дебалансами.
42. Регулирование степени несимметрии закона колебаний силовых факторов в центробежном вибровозбудителе, содержащим четыре дебаланса.

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

Таблица 7

### **Критерии оценивания результатов обучения (Зачет, контрольная работа)**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Зачет	оценку «зачет» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы или студент, в основном сформированы

	ровавший практические навыки, или 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. Обязательным условием получения оценки «зачет» является правильный ответ на контрольные вопросы, выносимые на промежуточную аттестацию (зачет
Незачет	оценку «незачет» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Ответивший неверно на вопросы, выносимые на промежуточную аттестацию (зачет)

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Виноградова, Ю. В. Расчет и конструирование машин и аппаратов : учебное пособие / Ю. В. Виноградова, Е. А. Фиалкова, В. В. Червецов. — Вологда : ВГМХА им. Н.В. Верещагина, [б. г.]. — Часть 1 : Расчет оболочек — 2015. — 128 с. — ISBN 978-5-98076-183-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130726>
2. Виноградова, Ю. В. Расчет и конструирование машин и аппаратов : учебное пособие / Ю. В. Виноградова, Е. А. Фиалкова, В. В. Червецов. — Вологда : ВГМХА им. Н.В. Верещагина, [б. г.]. — Часть 2 : Расчет пластин — 2016. — 82 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130725>
3. Оборудование для ведения тепломассообменных процессов пищевых технологий : учебник для вузов / С. Т. Антипов, Г. В. Калашников, А. Н. Остриков, В. А. Панфилов ; под редакцией В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 460 с. — ISBN 978-5-8114-5174-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147310>
4. Зимняков, В. М. Оборудование и процессы перерабатывающих производств : учебное пособие / В. М. Зимняков. — Пенза : ПГАУ, 2018. — 98 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131098>
5. Прикладные разделы машиноведения : учебное пособие / М. А. Федорова, О. С. Дюндик, И. А. Пеньков, В. В. Сыркин. — Омск : ОмГТУ, 2019. — 136 с. — ISBN 978-5-8149-2853-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149147>

### 7.2 Дополнительная литература

1. Механика материалов. Лабораторный практикум : учебное пособие / Е. В. Пояркова, Н. Я. Подоляк, Л. С. Диньмухаметова, А. А. Гаврилов. — Оренбург :



ОГУ, 2017. — 164 с. — ISBN 978-5-7410-1808-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110610>

2. Надежность технических систем : учебно-методическое пособие / составители Ю. В. Иванщикова, В. Н. Гаврилов. — Чебоксары : ЧГАУ, 2021. — 122 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/192824>

3. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. Практикум : учебное пособие / А. Н. Остриков, О. В. Абрамов, А. В. Прибытков, А. И. Потапов. — Воронеж : ВГУИТ, 2014. — 200 с. — ISBN 978-5-00032-052-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71661>

4. Патент на изобретение RU 2528550 С2. 21.12.2012. Способ возбуждения механических колебаний силовых факторов с прогнозируемыми параметрами. — Текст: электронный // Патентный поиск. — URL: <https://findpatent.ru/patent/274/2741866.html>

5. Патент на изобретение RU 2528271 С2.30.10.2012. Способ возбуждения негармонических колебаний момента в вибрационных сепарирующих машинах. — Текст: электронный // Патентный поиск. — URL: <https://findpatent.ru/patent/252/2528271.html>

6. Патент на изобретение RU 2584850 С1. 02.04.2015. Способ регулирования параметров закона механических колебаний силовых факторов в центробежном вибровозбудителе. — Текст: электронный // Патентный поиск. — URL: <https://findpatent.ru/patent/258/2584850.html>

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

Электронно-библиотечные системы (ЭБС), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

<http://elibrary.ru/> – научная электронная библиотека. В библиотеке представлены полнотекстовые источники по всем разделам дисциплины.

<http://www.iprbookshop.ru/>- Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks. Учебники и учебные пособия для университетов.

<http://www.biblioclub.ru/> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн. ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) на платформе издательства «Лань». ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

[http://ru.wikipedia.org/wiki/Категория: Теория механизмов и машин](http://ru.wikipedia.org/wiki/Категория:Теория_механизмов_и_машин) – основные понятия и определения теории механизмов и машин ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

<http://www.teormach.ru/> электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

<http://www.twirpx.com/> электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

<http://tmm.spbstu.ru/>- электронный журнал по теории механизмов и машин ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

<http://window.edu.ru/window/library> электронный учебный курс для студентов ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Разделы 1 – 5	Microsoft Word	Обучающая (работа с текстовыми документами)	Microsoft Corporation, Microsoft	1975
2.	Разделы 1 – 5	Microsoft Excel	Расчетная	Microsoft Corporation, Microsoft	1975

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

Таблица 9

### 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
ЦНБ имени Н.И. Железнова, читальный зал	Компьютеры

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для успешного овладения материалом дисциплины необходима систематическая самостоятельная работа с учебной литературой, конспектами лекций, интернет – ресурсами, консультации преподавателя. Занятия, пропущен-



ные студентом по уважительной причине, компенсируются в форме консультации и собеседования с преподавателем с последующим выполнением практической работы в полном объёме по пропущенному материалу.

Занятия, пропущенные без уважительной причины, не отрабатываются.

Студент, не посещавший лекции, должен предоставить рукописный конспект лекций и пройти собеседование с преподавателем.

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

Студент, пропустивший занятия, обязан предоставить рукописный конспект лекций, выполнить практическую работу и пройти собеседование с преподавателем

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

Лекции должны носить проблемный характер, а их изложение должно обеспечиваться в русле опережающего образования.

Реализация компетентного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных и интерактивных форм проведения занятий.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Вопросы преподавателя стимулируют ассоциативное мышление и направлены на установление связей с ранее освоенным материалом. Регулярно контролировать усвоение изучаемых разделов дисциплины. Контролировать обоснованность решения практических задач.

**Программу разработал:**

Солдусова Е.А., к.т.н., доцент



(подпись)