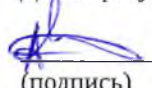


УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
(подпись) Юнаков Л. П.  
ФИО  
«31» 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УДАРОВИБРОЗАЩИТА

Направление/специальность подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность
Специализация/профиль/программа подготовки	Безопасность технологических процессов и производств
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А4 СТАРТОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	34	0	0	34	74	0	0	74	зач.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

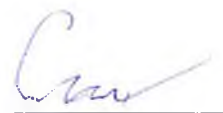
### 20.03.01 Техносферная безопасность

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Синильщиков Валерий Борисович, к.т.н., доцент

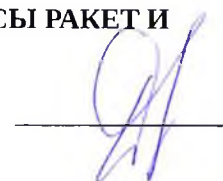


Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А4 СТАРТОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс



Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Шашурин А.Е., д.т.н., доц.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УДАРОВИВРОЗАЩИТА**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-1.6 — способность обобщать и систематизировать информацию, технические данные, проводить инженерные расчеты по оценке и оптимизации технологий защиты окружающей среды

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-1.6**

*знания:*

на уровне представлений – знать основные понятия и методологию ударовиброзащиты;

на уровне воспроизведения – знать основные принципы выбора основных параметров

амортизаторов при ударном и вибрационном нагружении;

знать основные принципы выбора расположения амортизаторов

при ударном и вибрационном нагружении с использованием современных информационных технологий

на уровне понимания – знать особенности и принципы действия амортизаторов различных типов;

*умения:*

теоретические: выбирать тип и параметры амортизаторов устройств по заданным упруго-

инерционным характеристикам системы и параметрам воздействия; рассчитывать динамические

процессы при использовании различных схем

ударовиброзащиты

практические: выбирать жесткость и расположение амортизаторов по заданным упруго-

инерционным характеристикам системы и параметрам воздействия;

*навыки:*

работы с научной и справочной литературы при проектировании систем ударовиброзащиты;

проведения расчетов и выбора параметров ударовиброзащитных устройств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **УДАРОВИБРОЗАЩИТА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *20.03.01 Техносферная безопасность*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **БЕЗОПАСНОСТЬ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН, ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ, ОСНОВЫ ВИБРОАКУСТИКИ, ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УК-2 — Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
- УК-3 — Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Практические занятия		ПСК-1.6
3	5	<b>Раздел 1. Введение. Основные понятия и определения.</b> 1.1. Проблема ударовиброзащиты объектов и способы ее решения 1.2. Кинематическое и динамическое воздействия на объекты. Параметры, их характеризующие. Примеры 1.3 Ударные воздействия. Импульсное воздействие, ступенчатое воздействие. Примеры. 1.4. Вибрационные воздействия. Гармонические воздействия, негармонические периодические воздействия, полигармонические воздействия, нерегулярные воздействия. Примеры 1.5. Случайное и детерминированное воздействия. Примеры 1.6. Задачи амортизации. Общие требования и рекомендации к системам амортизации. 1.7. Допускаемые перегрузки для объектов разного типа.	4	2	2	2	10
3	5	<b>Раздел 2. Упругие и демпфирующие характеристики амортизаторов.</b> 2.1 Упругость и демпфирование в системах амортизации 2.2.Силовые (упругие и демпфирующие) характеристики амортизаторов: линейные, прогрессивные и дигрессивные. 2.3. Требования к характеристикам систем амортизации при ударных и вибрационных воздействиях на разные объекты. Достоинства, недостатки и область применения амортизаторов с разными характеристиками.	2	2	2	0	5
3	5	<b>Раздел 3. Основные типы амортизаторов. Их схемы, упругие и демпфирующие характеристики.</b> 3.1.Амортизаторы на основе пружин, рессор и торсионов. Нуль-установители. 3.2.Резиновые и резиноталлические амортизаторы. 3.3.Эластомерные аронные амортизаторы. 3.4.Пневматические и пневмодемпфирующие амортизаторы. 3.5.Гидравлические демпферы. Однотрубные, двухтрубные и гидропневматические амортизаторы подвески автомобиля 3.6.Амортизаторы сухого трения и упругопластические амортизаторы.	25	10	10	15	40
3	5	<b>Раздел 4. Линейные системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом динамическом воздействии.</b> 4.1. Требования к параметрам линейной системы виброзащиты с одной степенью свободы при динамическом воздействии. 4.2. Соотношения и графики для основных параметров. 4.3. Порядок решения задачи оптимизации для разных сочетаний критериев и ограничений.	10	2	2	8	10
3	5	<b>Раздел 5. Линейные системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом кинематическом воздействии.</b> 5.1. Линейные колебания системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом кинематическом воздействии Соотношения и графики для основных параметров. 5.2. Требования к параметрам линейной системы виброзащиты с одной степенью свободы при кинематическом воздействии. 5.3. Порядок выбора параметров для разных сочетаний критериев и ограничений.	8	2	2	6	5
3	5	<b>Раздел 6. Линейные системы виброзащиты с несколькими степенями свободы.</b> 6.1. Математическая модель динамики длинномерного объекта с двумя степенями свободы при гармоническом кинематическом воздействии. 6.2. Решение задачи. Соотношения и графики для основных параметров. Анализ влияния связанности колебаний и соотношения частот собственных колебаний на амплитуды кинематических параметров. 6.3. Динамический гаситель колебаний. Теоретические основы. Понятие об автоподстройке под частоту воздействия 6.4. Виброзащита длинномерного объекта при кинематическом гармоническом воздействии. Требования к жесткости и расположению поясов амортизации. Примеры 6.5. Пространственные колебания объекта с шестью степенями свободы при гармоническом воздействии. Требования к жесткости и расположению поясов амортизации. Схемы установки амортизаторов.	14	6	6	8	10
3	5	<b>Раздел 7. Виброзащита основания двигателя внутреннего сгорания.</b> 7.1. Причины вибрации двигателя внутреннего сгорания (ДВС). 7.2.Математическая модель возмущающих сил и моментов. 7.3. Способы уравнивания инерционных сил и моментов и снижения неравномерности момента на выходном валу. 7.4. Требования к системе амортизации ДВС. 7.5. Схемные решения системы амортизации ДВС. Установка амортизаторов под углом к главным осям инерции. 7.6. Способ определения оптимальных мест установки амортизаторов ДВС и их жесткости с учетом имеющихся ограничений. 7.7. Расчет динамики ДВС на амортизаторах и вибрации основания с учетом его податливости.	45	10	10	35	20
Всего за 5 семестр			108	34	34	74	100
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение. Основные понятия и определения.	Введение. Основные понятия и определения.	2
2	Раздел 2. Упругие и демпфирующие характеристики амортизаторов.	Упругие и демпфирующие характеристики амортизаторов.	2
3	Раздел 3. Основные типы амортизаторов. Их схемы, упругие и демпфирующие характеристики.	Амортизаторы на основе пружин, рессор и торсионов. Нуль-установители. Их упругие характеристики	2
4		Пневмоамортизаторы. Схемы, общая характеристика, область применения	2
5		Гидродемпферы. Принципы работы, общая	4

		характеристика, область применения	
6		Амортизаторы сухого трения и упругопластические амортизаторы.	2
7	Раздел 4. Линейные системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом динамическом воздействии.	Линейные системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом динамическом воздействии	2
8	Раздел 5. Линейные системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом кинематическом воздействии.	Линейные системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом кинематическом воздействии	2
9	Раздел 6. Линейные системы виброзащиты с несколькими степенями свободы.	Линейные системы виброзащиты с несколькими степенями свободы	6
10		Математическая модель сил и моментов, действующих на ДВС при его работе. Способы их снижения	4
11	Раздел 7. Виброзащита основания двигателя внутреннего сгорания.	Требования к системе амортизации ДВС и других силовых агрегатов. Схемные решения	2
12		Определения оптимальных мест установки амортизаторов ДВС и их жесткости с учетом имеющихся ограничений. Расчет динамики	4
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Основные понятия и определения.	Самостоятельное изучение раздела по учебной литературе	2
2	Раздел 2. Упругие и демпфирующие характеристики амортизаторов.	Самостоятельное изучение раздела по учебной литературе	0
3		Самостоятельное схем и принципов работы однотрубных, двухтрубных и гидропневматических амортизаторов по учебной литературе	7
4	Раздел 3. Основные типы амортизаторов. Их схемы, упругие и демпфирующие характеристики.	Самостоятельное изучение резиновых, резинометаллических (в том числе - арочных) амортизаторов по учебной литературе	3
5		Самостоятельное статических и динамических характеристик пневматических и пневмодемпфирующих амортизаторов по учебной литературе	5
6	Раздел 4. Линейные системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом динамическом воздействии.	Повторение раздела "вынужденные колебания систем с одной степенью свободы" из курса «Теоретическая механика».	3
7		Подготовка к контрольной работе	5
8	Раздел 5. Линейные системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом кинематическом воздействии.	Подготовка к контрольной работе	4
9		Самостоятельное изучение дидактической единицы 5.1 по учебной литературе	2
10	Раздел 6. Линейные системы виброзащиты с несколькими степенями свободы.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 6.3 и 6.5 по учебной литературе	6
11		Подготовка к контрольной работе	2
12	Раздел 7. Виброзащита основания двигателя внутреннего сгорания.	Выполнение домашнего задания	35
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>74</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5						ДР				ДР				ДЗ		ДР	Вопр. Зач, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КВ – контрольные вопросы;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контрольные вопросы;
- контрольная работа;
- домашнее задание;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Стенин. . Судовое главное энергетическое оборудование. Расчёт судового дизеля. Архангельск: Изд-во САФУ, 2014, эл. рес.
2. В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Ударовиброзащитные устройства стартовых комплексов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
3. В. Ю. Кирпичников. . Вибровозбудимость конструкций и пути её уменьшения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
4. В. Ю. Кирпичников. . Вибровозбудимость конструкций и пути её уменьшения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 30 экз.
5. П. П. Телепнев, Д. А. Кузнецов. . Основы проектирования виброзащиты космических аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, эл. рес.
6. Ю. А. Круглов. . Основы теории и проектирования систем ударовиброзащиты. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1986, эл. рес.
7. Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
8. Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 75 экз.
9. Ю. А. Круглов, Ю. А. Туманов. . Ударовиброзащита машин, оборудования и аппаратуры. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986, 15 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Е. Т. Григорьев. . Расчёт и конструирование резиновых амортизаторов. М.: Машгиз, 1960, 2 экз.
2. Ю. А. Круглов. . Основы теории и проектирования систем ударовиброзащиты. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1986, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://ura1t.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1;
2. Microsoft Windows;
3. Microsoft Office.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Практические занятия:**

1. Matlab 2015a SP1;
2. Microsoft Windows;
3. Microsoft Office.

### **6.2. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **УДАРОВИБРОЗАЩИТА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **20.03.01 Техносферная безопасность**. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А4 СТАРТОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.6 способность обобщать и систематизировать информацию, технические данные, проводить инженерные расчеты по оценке и оптимизации технологий защиты окружающей среды.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием ударовиброзащитных систем и устройств и исследованием их функционирования:

- 1) изучение динамики виброзащитных систем и выбора их параметров;
- 2) знакомство с основными типами ударовиброзащитных устройств, их схемами и принципами выбора основных параметров;
- 3) изучение принципов обеспечения плавности хода автомобилей и ударовиброзащиты силовых агрегатов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контрольные вопросы;
- контрольная работа;
- домашнее задание;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение. Основные понятия и определения.</b>		
Самостоятельное изучение раздела по учебной литературе	Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1) П. П. Телепнев, Д. А. Кузнецов. . Основы проектирования виброзащиты космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (1) В. А. Ивович, В. Я. Онищенко. . Защита от вибрации в машиностроении: М.: Машиностроение, 1990 (1) П. П. Телепнев, Д. А. Кузнецов. . Основы проектирования виброзащиты космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (1) Ю. А. Круглов. . Основы теории и проектирования систем ударовиброзащиты: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1986 (1-3)	2
Итого по разделу 1		2
<b>Раздел 2. Упругие и демпфирующие характеристики амортизаторов.</b>		
Самостоятельное изучение раздела по учебной литературе	П. П. Телепнев, Д. А. Кузнецов. . Основы проектирования виброзащиты космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (4) Ю. А. Круглов. . Основы теории и проектирования систем ударовиброзащиты: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1986 (5) В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Ударовиброзащитные устройства стартовых комплексов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2) П. П. Телепнев, Д. А. Кузнецов. . Основы проектирования виброзащиты космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (4)	0
Итого по разделу 2		0
<b>Раздел 3. Основные типы амортизаторов. Их схемы, упругие и демпфирующие характеристики.</b>		
Самостоятельное схем и принципов	В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. .	7

работы однотрубных, двухтрубных и гидропневматических амортизаторов по учебной литературе	Ударовиброзащитные устройства стартовых комплексов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2,3)	
Самостоятельное изучение резиновых, резинометаллических (в том числе - арочных) амортизаторов по учебной литературе	Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3)	3
Самостоятельное статических и динамических характеристик пневматических и пневмодемпфирующих амортизаторов по учебной литературе	Е. Т. Григорьев. . Расчёт и конструирование резиновых амортизаторов: М.: Машгиз, 1960 (2-3) Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3) Ю. А. Круглов. . Основы теории и проектирования систем ударовиброзащиты: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1986 (4)	5
Итого по разделу 3		15
<b>Раздел 4. Линейные системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом динамическом воздействии.</b>		
Повторение раздела "вынужденные колебания систем с одной степенью свободы" из курса «Теоретическая механика».	Ю. А. Круглов. . Основы теории и проектирования систем ударовиброзащиты: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1986 (4) В. Ю. Кирпичников. . Вибровозбудимость конструкций и пути её уменьшения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3) В. Ю. Кирпичников. . Вибровозбудимость конструкций и пути её уменьшения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3)	3
Подготовка к контрольной работе	Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3)	5
Итого по разделу 4		8
<b>Раздел 5. Линейные системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом кинематическом воздействии.</b>		
Подготовка к контрольной работе	В. Ю. Кирпичников. . Вибровозбудимость конструкций и пути её уменьшения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3)	4
Самостоятельное изучение дидактической единицы 5.1 по учебной литературе	Ю. А. Круглов. . Основы теории и проектирования систем ударовиброзащиты: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1986 (4) Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2) Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2) В. Ю. Кирпичников. . Вибровозбудимость конструкций и пути её уменьшения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3)	2
Итого по разделу 5		6
<b>Раздел 6. Линейные системы виброзащиты с несколькими степенями свободы.</b>		

Самостоятельное изучение дидактических единиц 6.3 и 6.5 по учебной литературе	В. Ю. Кирпичников. . Вибровозбудимость конструкций и пути её уменьшения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (5)	6
Подготовка к контрольной работе	П. П. Телепнев, Д. А. Кузнецов. . Основы проектирования виброзащиты космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (4) В. Ю. Кирпичников. . Вибровозбудимость конструкций и пути её уменьшения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (5) П. П. Телепнев, Д. А. Кузнецов. . Основы проектирования виброзащиты космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (4)	2
Итого по разделу 6		8
<b>Раздел 7. Виброзащита основания двигателя внутреннего сгорания.</b>		
Выполнение домашнего задания	Е. Т. Григорьев. . Расчёт и конструирование резиновых амортизаторов: М.: Машгиз, 1960 (3) В. А. Стенин. . Судовое главное энергетическое оборудование. Расчёт судового дизеля: Архангельск: Изд-во САФУ, 2014 (3-5) Ю. А. Круглов, Ю. А. Туманов. . Ударовиброзащита машин, оборудования и аппаратуры: Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986 (4)	35
Итого по разделу 7		35

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы к зачету;
- контрольные вопросы;
- контрольная работа;
- домашнее задание;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы к зачету

1. Виды воздействия на динамические системы. Их числовые характеристики. Примеры.
2. Основные задачи ударовиброзащиты при разных видах воздействия. Требования к ударовиброзащитным системам.
3. Упругость и демпфирование в системах амортизации. Упругие и демпфирующие характеристики амортизаторов. Типы характеристик.
4. Амортизаторы на основе пружин, рессор и торсионов. Нуль-установители.
5. Резиновые и резинометаллические и эластомерные арочные амортизаторы.
6. Пневматические и пневмодемпфирующие амортизаторы.
7. Гидравлические демпферы. Принцип работы и демпфирующие характеристики
8. Однотрубные, двухтрубные и гидропневматические амортизаторы подвески автомобиля
10. Амортизаторы сухого трения и упругопластические амортизаторы.
11. Динамика линейной системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом кинематическом воздействии. Ограничения. Алгоритм выбора суммарной жесткости амортизаторов по критерию минимального статического прогиба.
12. Динамика линейной системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом динамическом воздействии. Критерий. Ограничения. Алгоритм выбора суммарной жесткости амортизаторов
13. Требования к системам амортизации длинномерных объектов.
14. Пространственные системы ударовиброзащиты объектов с шестью степенями свободы. Требования к жесткости и расположению амортизаторов. Примеры.
15. Силы и моменты, действующие на ДВС при работе. Способы их снижения
16. Требования к выбору жесткости и расположения амортизаторов ДВС
17. Математическая модель динамики колебаний ДВС на амортизаторах при работе.

#### Контрольные вопросы

Контроль в форме контрольных вопросов проводится по результатам изучения разделов 1-3. Каждому студенту задается один вопрос по базовым понятиям курса, типам амортизаторов или их силовым характеристикам. Ответ должен быть дан без подготовки. Опрос считается успешно пройденным, если студент верное по смыслу определение понятия, качественно точно описал тип амортизатора или правильно отобразил форму графика силовой характеристики и правильно подписал оси. Перечень контрольных вопросов имеется в УМК дисциплины

#### Контрольная работа

Контрольная работа представляет собой решение задач по выбору суммарной жесткости амортизаторов линейной системы виброзащиты при кинематическом или динамическом гармоническом воздействии, а также выбору жесткости и расположения поясов амортизации длинномерных объектов. Задачи для контрольной работы входят в состав УМК дисциплины. Примеры задач и описанием порядка их решения выложены в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ».



Контрольная работа считается зачтенной, если все искомые значения вычислены с погрешностью не более 1%.

### **Домашнее задание**

Домашнее задание состоит в расчете амплитуд динамических нагрузок первого и второго рода, действующих на четырехтактный двух- или четырехцилиндровый двигатель внутреннего сгорания и выборе размеров резиновых амортизаторов исходя из заданных требований по снижению амплитуды сил, передаваемых на основание.

Отчет по домашнему заданию должен содержать расчетную схему, расчетные формулы с пояснениями и ответы.

Домашнее задание представляется в бумажном или электронном (Microsoft Word) виде.

Домашнее задание считается зачтенным, если искомые значения вычислены с погрешностью не более 1%.

Примеры домашних заданий выложены в ЭИОС Moodle БГТУ.

### **Зачет**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Студент допускается к зачету при условии успешно написанной контрольной работы и заченного домашнего задания.

Зачет проходит в форме собеседования с преподавателем по одному из вопросов из перечня вопросов к зачету. Оценка "зачтено" проставляется, если вопрос в основном раскрыт и в собеседовании студент продемонстрировал удовлетворительное владение материалом

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		ПСК-1.6	
3	5	Раздел 1. Введение. Основные понятия и определения.	4	2	2	2	10	Вопросы к зачету
3	5	Раздел 2. Упругие и демпфирующие характеристики амортизаторов.	2	2	2	0	5	Вопросы к зачету
3	5	Раздел 3. Основные типы амортизаторов. Их схемы, упругие и демпфирующие характеристики.	25	10	10	15	40	Вопросы к зачету, Контрольные вопросы
3	5	Раздел 4. Линейные системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом динамическом воздействии.	10	2	2	8	10	Контрольная работа, Вопросы к зачету
3	5	Раздел 5. Линейные системы виброзащиты с одной степенью свободы при гармоническом кинематическом воздействии.	8	2	2	6	5	Вопросы к зачету, Контрольная работа
3	5	Раздел 6. Линейные системы виброзащиты с несколькими степенями свободы.	14	6	6	8	10	Вопросы к зачету, Контрольная работа
3	5	Раздел 7. Виброзащита основания двигателя внутреннего сгорания.	45	10	10	35	20	Домашнее задание, Вопросы к зачету
Всего за 5 семестр			108	34	34	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100	