

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Левихин А.А.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УДАРОВИБРОЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пусковые устройства, транспортно-установочное оборудование и средства обслуживания стартовых комплексов
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А4 СТАРТОВЫЕ И 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	6	3	108	68	34	17	17	40	0	0	40	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И _____
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

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

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Андреев О.В., к.т.н. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Андреев О.В., к.т.н. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УДАРОВИБРОЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА

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:

ПК-10 — Способен разрабатывать средства защиты ракеты, стартового оборудования и обслуживающего персонала от высокоинтенсивного внешнего воздействия, природных факторов и техногенных катастроф

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-10

знания:

на уровне представлений – знать основные понятия и методологию ударовиброзащиты;

на уровне воспроизведения – знать основные принципы расположения амортизаторов при сложном ударном нагружении;

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;

практические: рассчитывать динамические процессы при использовании различных типов и схем амортизации;

навыки:

работы с научной и справочной литературы при проектировании систем ударовиброзащиты, проведении расчетов и экспериментальных исследований и анализе результатов;

проведения расчетов и выбора параметров ударовиброзащитных устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **УДАРОВИБРОЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И НАЧАЛА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ, СИСТЕМЫ АМОРТИЗАЦИИ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ПК-10 — Способен разрабатывать средства защиты ракеты, стартового оборудования и обслуживающего персонала от высокоинтенсивного внешнего воздействия, природных факторов и техногенных катастроф
- ПК-4 — Способен проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем для прогнозирования функционирования, оптимизации, ожидаемых рисков и возможных отказов

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	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		
3	6	Раздел 1. Раздел 1. Раздел 1. Виброзащита основания двигателя внутреннего сгорания. 1.1. Причины вибрации двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Математическая модель возмущающих сил и моментов. Способы уравнивания инерционных сил и моментов и снижения неравномерности момента на выходном валу. 1.2. Требования к системе амортизации ДВС. 1.3. Жесткость и демпфирование резиновых и резинометаллических амортизаторов. Фактор формы. Схемные решения амортизаторов. 1.4. Схемные решения системы амортизации ДВС. Установка амортизаторов под углом к главным осям инерции. 1.5. Способ определения оптимальных мест установки амортизаторов ДВС с учетом имеющихся ограничений. 1.6. Расчет динамики ДВС на амортизаторах и вибрации основания с учетом его податливости.	33	13	8	5	0	20	20
3	6	Раздел 2. Амортизаторы на основе пружин, рессор и торсионов. 2.1. Общая характеристика и схемы пружинных, рессорных и торсионных амортизаторов с линейной упругой характеристикой. 2.2. Математические модели 2.3. Использование предварительного поджатия, упоров и зазоров для реализации прогрессивной или дигрессивной характеристики в пружинных амортизаторах. 2.4. Использование пружин сжатия для амортизаторов двухстороннего действия 2.5. Схемные решения. 2.6. Демпфирующие свойства пружинных, рессорных и торсионных амортизаторов 2.7. Достоинства, недостатки и области применения пружинных и торсионных амортизаторов.	8	8	4	4	0	0	10
3	6	Раздел 3. Пневматические и пневмодемпфирующие амортизаторы. 3.1. Общая характеристика и классификация пневмоамортизаторов. Пневмоамортизаторы поршневого, баллонного, диафрагменного и смешанного типов. 3.2. Математические модели пневмоамортизаторов. Учет влияния деформации баллона 3.3. Упругие характеристики однокамерных и двухкамерных пневмоамортизаторов 3.4. Параметрический синтез однокамерных и двухкамерных пневмоамортизаторов 3.5. Пневмодемпфирующие амортизаторы. Принцип действия 3.6. Пневмодемпфирующие амортизаторы. Математические модели. 3.7. Пневмоамортизаторы полуактивного и активного типов. 3.8. Пневмоамортизаторы с управляемыми клапанами. Способы повышения быстродействия пневмоамортизаторов полуактивного и активного типов. 3.9. Достоинства и недостатки пневматических и пневмодемпфирующих амортизаторов.	23	23	6	0	17	0	15
3	6	Раздел 4. Гидродемпферы и гидропневматические амортизаторы. 4.1. Физическая картина преобразования энергии в гидродемпферах демпфирование колебаний в гидродемпферах. 4.2. Демпфирование при истечении жидкости через дроссель и щель. Математические модели. 4.3. Демпфирование при истечении жидкости через клапанный зазор. Математические модели 4.4. Схемы клапанных устройств и клапанных коробок и требования к ним. Их демпфирующие характеристики. 4.5. Принципы выбора параметров клапанов в гидродемпферах. 4.6. Однотрубные и двухтрубные амортизаторы автомобилей. Математические модели. 4.7. Пневмогидравлические амортизаторы большегрузных автомобилей с длинноходными подвесками. Математические модели. 4.8. Гидродемпферы систем амортизации ШПУ. Математические модели. 4.9. Проблемы вибропроводимости, забросов давления и автоколебаний клапанов и способы их решения. 4.10. Схема гидропневматического амортизатора с пониженной вибропроводимостью. 4.11. Гидродемпферы полуактивного и активного типов. Способы повышения быстродействия. 4.12. Использование магнитных жидкостей в гидродемпферах. Принципы работы.	14	10	6	4	0	4	15
3	6	Раздел 5. Амортизаторы сухого трения, упругопластические амортизаторы и амортизаторы, работающие в режиме потери устойчивости. 5.1. Схемы и конструкции амортизаторов сухого трения. Обеспечение двустороннего действия. Математические модели. Принципы выбора параметров. Область применения 5.2. Схемы и конструкции упругопластических амортизаторов. Математические модели. Принципы выбора параметров. Область применения 5.3. Схемы и конструкции эластомерных арочных амортизаторов Математические модели. Принципы выбора параметров. Область применения. 5.4. Схемы и конструкции металлических амортизаторов, работающих с потерей устойчивости. Математические модели. Принципы выбора параметров. Область применения. 5.5. Амортизаторы из пористых материалов. Постельная система амортизации. Область применения. 5.6. Амортизаторы из конструкций сотовой структуры. Область применения. 5.7. Амортизаторы квазиулево жесткости. Математические модели. Принципы выбора параметров. Область применения.	2	2	2	0	0	0	10
3	6	Раздел 6. Ударовиброзащита автомобилей и специальных транспортных средств при движении. 6.1. Дорожное воздействие. Понятие о макропрофиле и микропрофиле. Микропрофиль как случайный процесс. 6.2. Динамическая модель автомобиля. Понятие о вторичном поддрессировании. 6.3. Математическая модель взаимодействия шины с поверхностью дороги. Учет деформаций шины. 6.4. Упругие и демпфирующие элементы в подвеске автомобиля. Требования к параметрам амортизаторов подвески. Выбор параметров. 6.5. Понятие о спектральной теории поддрессирования.	18	8	4	4	0	10	15
3	6	Раздел 7. Системы ударовиброзащиты ракетной техники. 7.1. Расчетные воздействия на изделия ракетной техники 7.2. Общие требования к системам ударовиброзащиты ракетной техники 7.3. Выбор числа и расположения поясов амортизации 7.4. Выбор типа и характеристик амортизаторов. 7.5. Принципы	10	4	4	0	0	6	15

	расчета систем ударовиброзащиты изделий ракетной техники на ударное воздействие.								
Всего за 6 семестр		108	68	34	17	17	40	100	
Всего по дисциплине		108	68	34	17	17	40	100	

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Пневматические и пневмодемпфирующие амортизаторы.	Амортизаторы на основе пружин, рессор и торсионов. Нуль-установители. Их упругие характеристики	7
2		Пневмоамортизаторы и гидродемпферы. Их упругие и демпфирующие характеристики	10
Всего за 6 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Раздел 1. Виброзащита основания двигателя внутреннего сгорания.	Определение нагрузок, действующих на основание ДВС при его работе	5
2	Раздел 2. Амортизаторы на основе пружин, рессор и торсионов.	Определение силовых характеристик пружинных амортизаторов	4
3	Раздел 4. Гидродемпферы и гидропневматические амортизаторы.	Построение демпфирующих характеристик гидродемпфера с клапанным регулированием	4
4	Раздел 6. Ударовиброзащита автомобилей и специальных транспортных средств при движении.	Расчет плавности хода автомобиля	4
Всего за 6 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Раздел 1. Виброзащита основания двигателя внутреннего сгорания.	Выполнение домашнего задания	18
2		Оформление Лабораторной работы №1	2
3	Раздел 4. Гидродемпферы и гидропневматические амортизаторы.	Подготовка к лабораторной работе	2
4		Проведение дополнительных расчетов и оформление отчета по лабораторной работе	2
5	Раздел 6. Ударовиброзащита автомобилей и специальных транспортных средств при движении.	Самостоятельное изучение дидактической единицы 6.1 по учебной литературе	2
6		Проведение расчетов и оформление отчета по лабораторной работе	2
7		Подготовка к Дифференцированному зачету	6
8	Раздел 7. Системы ударовиброзащиты ракетной техники.	Повторение темы "системы амортизации длинномерных объектов" из курса "Теория амортизации систем"	6
Всего за 6 семестр			40

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
6		Отч. по ЛР				ДР	ДЗ			ДР				Отч. по ЛР		ДР	Вопр.Диф.Зач. диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр. Диф. Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный 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, 36 экз.
3. В. И. Коньчев, Т. И. Максимова, В. Б. Митенков. Динамика оборудования подвижных объектов. Ч. 2 Случайные вибрационные процессы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1998, 28 экз.
4. В. И. Коньчев, Т. И. Максимова, Я. Г. Марков. Динамика оборудования подвижных объектов. Ч. 1 Детерминированные вибрационные процессы. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997, 53 экз.
5. В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков, В. Б. Синильщиков. . Моделирование микропрофиля дорожной неровности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
6. П. П. Телепнёв, Д. А. Кузнецов. . Основы проектирования виброзащиты космических аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, 30 экз.
7. 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.
8. 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. Й. Раймпель. . Шасси автомобиля. Амортизаторы, шины и колёса. М.: Машиностроение, 1986, 1 экз.
3. П. М. Алабужев, А. А. Гритчин, Л. И. Ким. . Виброзащитные системы с квазинулевой жёсткостью. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986, 2 экз.
4. 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.

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 - 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. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
2. Matlab 2015a SP1;
3. Microsoft Office;
4. Microsoft Windows.

6.3. Лабораторные занятия:

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

6.4. 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 **УДАРОВИБРОЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-10 Способен разрабатывать средства защиты ракеты, стартового оборудования и обслуживающего персонала от высокоинтенсивного внешнего воздействия, природных факторов и техногенных катастроф.

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 особенностями проектирования; 3) изучение принципов обеспечения плавности хода автомобилей и специальных транспортных средств. 4) изучением общих принципов проектирования систем ударовиброзащиты ракетной техники.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 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.
Раздел 1. Раздел 1. Раздел 1. Виброзащита основания двигателя внутреннего сгорания.		
Выполнение домашнего задания	Ю. А. Круглов, Ю. А. Туманов. . Ударовиброзащита машин, оборудования и аппаратуры: Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986 (4)	18
Оформление Лабораторной работы №1	В. А. Стенин. . Судовое главное энергетическое оборудование. Расчёт судового дизеля: Архангельск: Изд-во САФУ, 2014 (3-5) Е. Т. Григорьев. . Расчёт и конструирование резиновых амортизаторов: М.: Машгиз, 1960 (3)	2
Итого по разделу 1		20
Раздел 4. Гидродемпферы и гидропневматические амортизаторы.		
Подготовка к лабораторной работе	В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Ударовиброзащитные устройства стартовых комплексов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2)	2
Проведение дополнительных расчетов и оформление отчета по лабораторной работе	Й. Раймпель. . Шасси автомобиля. Амортизаторы, шины и колёса: М.: Машиностроение, 1986 (4) П. П. Телепнёв, Д. А. Кузнецов. . Основы проектирования виброзащиты космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (5)	2
Итого по разделу 4		4
Раздел 6. Ударовиброзащита автомобилей и специальных транспортных средств при движении.		
Самостоятельное изучение дидактической единицы 6.1 по учебной литературе	В. И. Коньчев, Т. И. Максимова, Я. Г. Марков. Динамика оборудования подвижных объектов. Ч. 1 Детерминированные вибрационные процессы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997 (3-4) Й. Раймпель. . Шасси автомобиля. Амортизаторы, шины и колёса: М.: Машиностроение, 1986 (1)	2
Проведение расчетов и оформление отчета по лабораторной работе	В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков, В. Б. Синильщиков. . Моделирование микропрофиля дорожной неровности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1-2)	2
Подготовка к Дифференцированному зачету	В. И. Коньчев, Т. И. Максимова, В. Б. Митенков. Динамика оборудования подвижных объектов. Ч. 2 Случайные вибрационные процессы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1998 (2)	6
Итого по разделу 6		10
Раздел 7. Системы ударовиброзащиты ракетной техники.		
Повторение темы "системы амортизации длинномерных объектов" из курса "Теория амортизации систем"	В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Ударовиброзащитные устройства стартовых комплексов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (4) П. П. Телепнёв, Д. А. Кузнецов. . Основы	6

	<p>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 (1-3)</p>	
Итого по разделу 7		6

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный 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.

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 виде.

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

Примеры домашних заданий выложены в ЭИОС Moodle БГТУ.

Отчет по ЛР

Лабораторные работы выполняются на компьютере в пакете Matlab. По результатам работы студенты оформляют отчеты в бумажном виде, включающие цели работы, основные формулы и результаты. Студент допускается к защите, если искомые величины определены правильно с погрешностью не более 1% и при наличии правильно оформленного отчета.

Защита проходит в форме ответов на вопросы преподавателя (3 вопроса). Лабораторная работа считается защищенной правильных ответах не менее, чем на 2 вопроса.

Вопросы к дифференцированному зачету

1. Пружинные амортизаторы. Основные типы, методы расчета и конструкции.

Общая характеристика пневмоамортизаторов (основные типы, свойства, достоинства, недостатки)

2. Математическая модель работы однокамерных пневмоамортизаторов и работы пары амортизаторов, установленных навстречу друг другу.

3. Параметрический синтез однокамерных пневмоамортизаторов поршневого типа

4. Математическая модель работы двухкамерных пневмоамортизаторов и работы пары амортизаторов, установленных навстречу друг другу.

5. Параметрический синтез двухкамерных поршневых пневмоамортизаторов

6. Пневмодемпфирующие амортизаторы. Принцип работы и схемы.

7. Пневмодемпфирующие амортизаторы. Математические модели.

8. Гидродемпферы. Дроссельное регулирование. Теоретические основы работы.

9. Гидродемпферы. Клапанное регулирование. Теоретические основы работы.

10. Двухтрубные гидроамортизаторы. Конструкции амортизаторов. Физическое и математическое описание работы

11. Однотрубные гидроамортизаторы. Конструкции амортизаторов. Физическое и математическое описание работы

12. Гидропневматические амортизаторы. Конструкции амортизаторов. Физическое и математическое описание работы

13. Схемы клапанов в гидродемпферах и требования к ним.

14. Упругопластические амортизаторы и амортизаторы сухого трения. Схемные решения, принцип работы. Характеристики

15. Амортизаторы квазиулево́й жесткости. Математические модели. Принципы выбора параметров. Область применения
16. Ударовиброзащита автомобилей и специальных транспортных средств при движении. Динамическая схема. Математические модели. Понятие о вторичном поддресоривании
19. Системы ударовиброзащиты ракетной техники

Дифференцированный зачет

Студент допускается к дифференцированному зачету при условии успешной сдачи Домашнего задания №1 и Домашнего задания №2.

Дифференцированный зачет по дисциплине проходит форме устных ответов на вопросы из списка, приведенного в пункте "Вопросы к дифференцированному зачету".

Оценка выставляется после собеседования со студентом в соответствии со следующими критериями:

- оценка ЗАЧТЕНО-ОТЛИЧНО – полное раскрытие теоретического вопроса при высоком уровне владения материалом;
- оценка ЗАЧТЕНО-ХОРОШО – полное раскрытие теоретического вопроса при среднем уровне владения материалом;
- оценка ЗАЧТЕНО-УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО – полное раскрытие теоретического вопроса при слабом уровне владения материалом, либо недостаточно полное раскрытие теоретического вопроса при среднем уровне владения материалом;
- оценка НЕ ЗАЧТЕНО – в иных случаях.

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	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-10		
3	6	Раздел 1. Раздел 1. Раздел 1. Виброзащита основания двигателя внутреннего сгорания.	33	13	8	5	0	20	20	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание, Отчет по ЛР	
3	6	Раздел 2. Амортизаторы на основе пружин, рессор и торсионов.	8	8	4	4	0	0	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по ЛР	
3	6	Раздел 3. Пневматические и пневмодемпфирующие амортизаторы.	23	23	6	0	17	0	15	Вопросы к дифференцированному зачету	
3	6	Раздел 4. Гидродемпферы и гидропневматические амортизаторы.	14	10	6	4	0	4	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по ЛР	
3	6	Раздел 5. Амортизаторы сухого трения, упругопластические амортизаторы и амортизаторы, работающие в режиме потери устойчивости.	2	2	2	0	0	0	10	Вопросы к дифференцированному зачету	
3	6	Раздел 6. Ударовиброзащита автомобилей и специальных транспортных средств при движении.	18	8	4	4	0	10	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по ЛР	
3	6	Раздел 7. Системы ударовиброзащиты ракетной техники.	10	4	4	0	0	6	15	Вопросы к дифференцированному зачету	
Всего за 6 семестр			108	68	34	17	17	40	100		
Всего по дисциплине			108	68	34	17	17	40	100		

Оценочные материалы по дисциплине УДАРОВИБРОЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА

ПК-10 - Способен разрабатывать средства защиты ракеты, стартового оборудования и обслуживающего персонала от высокоинтенсивного внешнего воздействия, природных факторов и техногенных катастроф

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какой газ предпочтительно использовать в пневмоамортизаторах?
1. Атмосферный воздух;
2. Высушенный воздух;
3. Азот;
4. Аргон.
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Чем обусловлено частое применение клапана на основе тарельчатых пружин в гидродемпферах систем ударозащиты ракетных комплексов?
- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Почему стенки автомобильных гидравлических амортизаторов при движении автомобиля имеют высокую температуру?
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Приведите в соответствие математические характеристики случайных процессов и их вербальное описание

Характеристика	Описание
1. Математическое ожидание	А. Для центрированных процессов – среднее значение квадрата случайной величины
2. Среднеквадратическое отклонение	Б. Для центрированных процессов – корень квадратный из среднего значения квадрата случайной величины
3. Спектральная плотность	В. Мера статистической взаимосвязи значений случайного процесса в разных точках
4. Автокорреляционная функция	Г. Характеризует распределение энергии случайного процесса по частотам Д. Характеристика детерминированной составляющей случайного процесса

- № 5 Прочитайте текст и установите соответствие
Приведите в соответствие виды пневматических амортизаторов и максимальные давления в них.

Амортизатор	Максимальные давления
1. Поршневого типа	А. 0,2-0,6 МПа
2. Диафрагменного типа	Б. 0,7-1,6 МПа
3. Баллонного типа	В. 2-8 МПа Г. 10-15 МПа Д. 15-30 МПа

- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность
Запишите правильную последовательность действий при решении задачи параметрического синтеза однокамерного пневмоамортизатора.

1. Определение рабочей площади;
 2. Задание минимального давления;
 3. Определение равновесного давления;
 4. Определение начального объема.
- № 7 Прочитайте текст и установите последовательность
- Запишите последовательность этапов решения задачи выбора параметров линейной виброзащитной системы с одной степенью свободы при случайном кинематическом воздействии
1. Варьирование частоты собственных колебаний системы
 2. Определение суммарной жесткости амортизаторов
 3. Определение спектральной плотности виброускорений объекта
 4. Определение максимального значения виброускорений объекта
 5. Задание спектральной плотности воздействия
 6. Сравнение расчетного значения виброускорений с предельно допустимым
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какие из пневматических амортизаторов, имеют самые высокие демпфирующие свойства?
1. Однокамерные поршневые;
 2. Однокамерные на основе резинокордовых оболочек;
 3. Двухкамерные поршневые со свободным перетеканием газа из рабочей камеры во внешнюю и обратно и с повышенным давлением во внешней камере;
 4. Двухкамерные на основе резинокордовых оболочек с малыми проходными сечениями между камерами, на которых возникает перепад давления
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- При каком из перечисленных условий корректный расчет плавности хода автотранспортного средства на основе спектрального подхода невозможен?
1. Упругие элементы разных колес имеют существенно разную жесткость
 2. Используется подвеска с сильно прогрессивной упругой характеристикой
 3. Спектральная плотность дорожного микропрофиля задана таблично
 4. На дороге имеются участки с уклоном
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Отметьте характеристики случайных процессов, которые взаимно однозначно связаны друг с другом
1. Математическое ожидание
 2. Дисперсия
 3. Автокорреляционная функция
 4. Спектральная плотность
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Отметьте параметры, которые влияют на демпфирующую реакцию гидродемпфера с клапаном, имеющим малое поджатие, более, чем линейно (с увеличением параметра в 2 раза реакция изменяется более, чем в 2 раза)
1. Диаметр клапана
 2. Жесткость пружины, поджимающей клапан к седлу
 3. Рабочая площадь цилиндра
 4. Скорость поршня
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Для чего в гидродемпферах с клапаным регулированием и поджатием клапана обычно используется параллельное дроссельное отверстие?
1. Для выравнивания давлений между камерами в конце воздействия и при прогреве жидкости
 2. На случай, если клапан заклинит
 3. Для повышения дигрессивности характеристики
 4. Для более плавного нарастания усилия в начале работы и при изменении знака скорости