


УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета


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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ УДАРОВИБРОЗАЩИТЫ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Стартовые и технические комплексы ракет и космических аппаратов
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
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	
4	7	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

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

А4 СТАРТОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ УДАРОВИБРОЗАЩИТЫ

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-3.3 — Способность проектировать и конструировать механические конструкции, системы и агрегаты летательных аппаратов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-3.3

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 **СИСТЕМЫ УДАРОВИБРОЗАЩИТЫ** является дисциплиной **части**, формируемой участниками образовательных отношений блока 1, программы подготовки по направлению 24.03.01 *Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ПРОГРАММИРОВАНИЕ В СРЕДЕ MATLAB, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, МАТЕМАТИКА 6: ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА, ТЕОРИЯ АМОРТИЗАЦИИ СИСТЕМ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДИНАМИКА КОНСТРУКЦИЙ, МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.**

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 в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ПСК-3.2 — Способность проводить расчетную и экспериментальную отработку динамики и прочности конструкций изделий ракетно-космической техники
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

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		ПСК-3.3
4	7	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.	19	14	10	4	5	10
4	7	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.	12	6	2	4	6	10
4	7	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.	16	8	4	4	8	20
4	7	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 длинноходовыми 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.	23	11	6	5	12	20
4	7	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 квазиузуловой жесткости. Математические модели. Принципы выбора параметров. Область применения.	8	2	2	0	6	10
4	7	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 поддресоривании. 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 поддресоривания.	14	4	4	0	10	10
4	7	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 расчета систем ударовиброзащиты изделий ракетной техники на ударное воздействие.	14	4	4	0	10	10
4	7	Раздел 8. Аэродинамические нагрузки на конструкции и сооружения и агрегаты при обычном и ядерном взрывах. 8.1. Параметры ударных волн при взрывах. Формулы Садовского 8.2. Параметры спутного потока за ударной волной. Отражение ударных волн от преград 8.3. Физическая картина и математическое описание нагрузок на конструкции и сооружения при воздействии ударных волн и спутных потоков 8.4. Особенности ударозащиты при взрывных воздействиях.	2	2	2	0	0	10
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Виброзащита основания двигателя внутреннего сгорания.	Определение нагрузок, действующих на основание ДВС при его работе	4
2	Раздел 2. Амортизаторы на основе пружин, рессор и торсионов.	Определение силовых характеристик пружинных амортизаторов	4
3	Раздел 3. Пневматические и пневмодемпфирующие амортизаторы.	Динамика системы ударозащиты на основе пневмодемпфирующих амортизаторов	4
4	Раздел 4. Гидродемпферы и гидропневматические амортизаторы.	Построение демпфирующих характеристик гидродемпфера с клапанным регулированием	5
Всего за 7 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Виброзащита основания двигателя внутреннего сгорания.	Подготовка к лабораторной работе	2
2		Оформление отчета по лабораторной работе	3
3	Раздел 2. Амортизаторы на основе пружин, рессор и торсионов.	Повторение разделов "изгиб балок" и "кручение балок" из курса «Соппротивление материалов».	3
4		Оформление отчета по лабораторной работе	3
5	Раздел 3. Пневматические и пневмодемпфирующие амортизаторы.	Самостоятельное дидактических единицы 3.3, 3.5 и 3.7 по учебной литературе	3
6		Подготовка к лабораторной работе	2
7		Проведение дополнительных расчетов и оформление отчета по лабораторной работе	3
8	Раздел 4. Гидродемпферы и гидропневматические амортизаторы.	Самостоятельное изучение конструкций однотрубных, двухтрубных и гидропневматических амортизаторов по учебной литературе	6
9		Подготовка к лабораторной работе	2
10		Проведение дополнительных расчетов и оформление отчета по лабораторной работе	4
11	Раздел 5. Амортизаторы сухого трения, упругопластические амортизаторы и амортизаторы, работающие в режиме потери устойчивости.	Повторение раздела "устойчивость стержней" из курса "Соппротивление материалов"	2
12		Самостоятельное изучение амортизаторов квазиулевого жесткости по учебной литературе	4
13	Раздел 6. Ударовиброзащита автомобилей и специальных транспортных средств при движении.	Повторение математических моделей амортизаторов подвески	4
14		Самостоятельное изучение дидактической единицы 6.1 по учебной литературе	6
15	Раздел 7. Системы ударовиброзащиты ракетной техники.	Повторение темы "системы амортизации ШПУ" из курса "Проектирование стартового оборудования"	6
16		Повторение темы "системы амортизации длинномерных объектов" из курса "Теория амортизации систем"	4

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
7		Отч. по ЛР				ДР	Отч. по ЛР			ДР		Отч. по ЛР				ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

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. . Защитные устройства пусковых установок. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 34 экз.
3. В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Ударовиброзащитные устройства стартовых комплексов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 36 экз.
4. В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Ударовиброзащитные устройства стартовых комплексов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
5. 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.
6. 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.
7. В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков, В. Б. Синильщиков. . Моделирование микропрофиля дорожной неровности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
8. Н. П. Михайлов. . Основы математического моделирования процессов взрыва и удара. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
9. П. П. Телепнев, Д. А. Кузнецов. . Основы проектирования виброзащиты космических аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, эл. рес.
10. П. П. Телепнев, Д. А. Кузнецов. . Основы проектирования виброзащиты космических аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, 30 экз.
11. Ю. А. Круглов. . Основы теории и проектирования систем ударовиброзащиты. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1986, эл. рес.
12. Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 73 экз.
13. 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.
14. 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.
15. 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 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. Лабораторные занятия:

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

6.3. 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 **СИСТЕМЫ УДАРОВИБРОЗАЩИТЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.03.01 *Ракетные комплексы и космонавтика*. 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-3.3 Способность проектировать и конструировать механические конструкции, системы и агрегаты летательных аппаратов.

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

- 1) изучение динамики виброзащитных систем при случайном воздействии 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;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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. Виброзащита основания двигателя внутреннего сгорания.		
Подготовка к лабораторной работе	Е. Т. Григорьев. . Расчёт и конструирование резиновых амортизаторов: М.: Машгиз, 1960 (3)	2
Оформление отчета по лабораторной работе	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)	3
Итого по разделу 1		5
Раздел 2. Амортизаторы на основе пружин, рессор и торсионов.		
Повторение разделов "изгиб балок" и "кручение балок" из курса «Сопротивление материалов».	В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Ударовиброзащитные устройства стартовых комплексов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2) Й. Раймпель. . Шасси автомобиля. Амортизаторы, шины и колёса: М.: Машиностроение, 1986 (3) В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Ударовиброзащитные устройства стартовых комплексов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2)	3
Оформление отчета по лабораторной 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)	3
Итого по разделу 2		6
Раздел 3. Пневматические и пневмодемпфирующие амортизаторы.		
Самостоятельное дидактических единицы 3.3, 3.5 и 3.7 по учебной литературе	В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Ударовиброзащитные устройства стартовых комплексов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3)	3
Подготовка к лабораторной работе	Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2)	2
Проведение дополнительных расчетов и оформление отчета по лабораторной работе	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. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Ударовиброзащитные устройства стартовых	3

	комплексов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3) Ю. А. Круглов. . Основы теории и проектирования систем ударовиброзащиты: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1986 (4)	
Итого по разделу 3		8
Раздел 4. Гидродемпферы и гидропневматические амортизаторы.		
Самостоятельное изучение конструкций однотрубных, двухтрубных и гидропневматических амортизаторов по учебной литературе	Й. Раймпель. . Шасси автомобиля. Амортизаторы, шины и колёса: М.: Машиностроение, 1986 (4) П. П. Телепнев, Д. А. Кузнецов. . Основы проектирования виброзащиты космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (4) П. П. Телепнёв, Д. А. Кузнецов. . Основы проектирования виброзащиты космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (4)	6
Подготовка к лабораторной работе	В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Ударовиброзащитные устройства стартовых комплексов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3)	2
Проведение дополнительных расчетов и оформление отчета по лабораторной работе	Ю. А. Круглов, Б. А. Храмов, Э. Н. Кабанов. . Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2)	4
Итого по разделу 4		12
Раздел 5. Амортизаторы сухого трения, упругопластические амортизаторы и амортизаторы, работающие в режиме потери устойчивости.		
Повторение раздела "устойчивость стержней" из курса "Сопротивление материалов"	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 (3)	2
Самостоятельное изучение амортизаторов квазиулевого жесткости по учебной литературе	П. М. Алабужев, А. А. Гритчин, Л. И. Ким. . Виброзащитные системы с квазиулевого жёсткостью: Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1986 (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)	4
Итого по разделу 5		6
Раздел 6. Ударовиброзащита автомобилей и специальных транспортных средств при движении.		
Повторение математических моделей амортизаторов подвески	Й. Раймпель. . Шасси автомобиля. Амортизаторы, шины и колёса: М.: Машиностроение, 1986 (1) 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)	4
Самостоятельное изучение дидактической единицы 6.1 по учебной литературе	В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков, В. Б. Синильщиков. . Моделирование микропрофиля дорожной неровности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (3) 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)	6
Итого по разделу 6		10
Раздел 7. Системы ударовиброзащиты ракетной техники.		

Повторение темы "системы амортизации ШПУ" из курса "Проектирование стартового оборудования"	В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Защитные устройства пусковых установок: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (4) Ю. А. Круглов. . Основы теории и проектирования систем ударовиброзащиты: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1986 (1)	6
Повторение темы "системы амортизации длинномерных объектов" из курса "Теория амортизации систем"	В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Защитные устройства пусковых установок: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (4) П. П. Телепнев, Д. А. Кузнецов. . Основы проектирования виброзащиты космических аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (4)	4
Итого по разделу 7		10

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- отчет по ЛР;
- экзамен.

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 экзамену

1. Параметры ударных волн и спутного потока при обычных и ядерных взрывах. Понятие об оптимальной высоте взрыва
2. Взаимодействие ударных волн при взрыве с агрегатами, конструкциями и сооружениями
3. Пружинные амортизаторы. Основные типы, методы расчета и конструкции.
Общая характеристика пневмоамортизаторов (основные типы, свойства, достоинства, недостатки)
4. Математическая модель работы однокамерных пневмоамортизаторов и работы пары амортизаторов, установленных навстречу друг другу.
5. Параметрический синтез однокамерных пневмоамортизаторов поршневого типа
6. Математическая модель работы двухкамерных пневмоамортизаторов и работы пары амортизаторов, установленных навстречу друг другу.
7. Параметрический синтез двухкамерных поршневых пневмоамортизаторов
8. Пневмодемпфирующие амортизаторы. Принцип работы и схемы.
9. Пневмодемпфирующие амортизаторы. Математические модели.
10. Гидродемпферы. Дроссельное регулирование. Теоретические основы работы.
11. Гидродемпферы. Клапанное регулирование. Теоретические основы работы.
12. Двухтрубные гидроамортизаторы. Конструкции амортизаторов. Физическое и математическое описание работы
13. Однотрубные гидроамортизаторы. Конструкции амортизаторов. Физическое и математическое описание работы
14. Гидропневматические амортизаторы. Конструкции амортизаторов. Физическое и математическое описание работы
15. Схемы клапанов в гидродемпферах и требования к ним.
16. Упругопластические амортизаторы и амортизаторы сухого трения. Схемные решения, принцип работы. Характеристики
17. Амортизаторы квазиулевого жесткости. Математические модели. Принципы выбора параметров. Область применения
18. Ударовиброзащита автомобилей и специальных транспортных средств при движении. Динамическая схема. Математические модели. Понятие о вторичном поддрессировании
19. Системы ударовиброзащиты ракетной техники

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.

Экзамен

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.

Допуск к сдаче экзамена обучающийся получает при условии сданных лабораторных работ.

Экзамен по дисциплине проходит в форме устных ответов на экзаменационные вопросы.

Экзаменационный билет включает в себя два вопроса из списка вопросов к экзамену (см. выше).

Критерии оценивания:

- оценка ОТЛИЧНО – полное раскрытие вопроса, высокий уровень владения материалом;
- оценка ХОРОШО – относительно полное раскрытие вопроса, достаточный уровень владения материалом;
- оценка УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО – неполное раскрытие вопроса, низкий уровень владения материалом
- оценка НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО – отсутствие знаний или отрывочные знания в предметной области.

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		ПСК-3.3	
4	7	Раздел 1. Раздел 1. Виброзащита основания двигателя внутреннего сгорания.	19	14	10	4	5	10	Вопросы к экзамену, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 2. Амортизаторы на основе пружин, рессор и торсионов.	12	6	2	4	6	10	Вопросы к экзамену, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 3. Пневматические и пневмодемпфирующие амортизаторы.	16	8	4	4	8	20	Вопросы к экзамену, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 4. Гидродемпферы и гидропневматические амортизаторы.	23	11	6	5	12	20	Вопросы к экзамену, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 5. Амортизаторы сухого трения, упругопластические амортизаторы и амортизаторы, работающие в режиме потери устойчивости.	8	2	2	0	6	10	Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 6. Ударовиброзащита автомобилей и специальных транспортных средств при движении.	14	4	4	0	10	10	Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 7. Системы ударовиброзащиты ракетной техники.	14	4	4	0	10	10	Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 8. Аэродинамические нагрузки на конструкции и сооружения и агрегаты при обычном и ядерном взрывах.	2	2	2	0	0	10	Вопросы к экзамену
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	