

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Юнаков Л. П.
ФИО
«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА УДАРНО-ВОЛНОВЫХ И ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

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	8	3	108	39	26	0	13	69	0	0	69	зач.

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 Юнаков Л. П.
 (подпись) ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА УДАРНО-ВОЛНОВЫХ И ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

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	8	3	108	39	26	0	13	69	0	0	69	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Чернышов Михаил Викторович, д.т.н., доцент, профессор

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА УДАРНО-ВОЛНОВЫХ И ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ

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-1.1 — способность использовать знания фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов для понимания физической сущности рабочих процессов энергетических установок авиационной и ракетно-космической техники
--

ПСК-1.4 — способность проводить анализ тепловых и газодинамических процессов с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1.1

знания:

об ударно-волновых и взрывных процессах в энергетических и двигательных установках;;

умения:

рассчитывать параметры взрывных и ударных волн и оценивать их опасность для инженерных конструкций и биообъектов;;

навыки:

использования пакетов вычислительной гидроаэромеханики и самостоятельного проведения быстрых оценочных инженерных расчетов;.

ПСК-1.4

знания:

об угрозах взрывобезопасности и современных прикладных методиках их оценки;;

умения:

применять современные прикладные методики расчета взрывных процессов в различных условиях и степени их опасности при решении задач профессиональной деятельности;;

навыки:

владения современными информационными технологиями при применении современных прикладных методик расчета взрывных процессов в различных условиях и оценки степени их опасности;;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА УДАРНО-ВОЛНОВЫХ И ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **РАЗНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА**.

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-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития отрасли двигателестроения и энергетической техники
- ОПК-8 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ПСК-1.4 — Способен проводить анализ тепловых и газодинамических процессов с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования

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	Практические занятия		ПСК-1.1	ПСК-1.4
4	8	Раздел 1. Взрывные явления и причины их возникновения. Феноменология взрывных явлений. Взрывоопасные вещества и факторы. Физические и химические взрывы в энергетических и двигательных установках. Взрывы конденсированных веществ и топливно-воздушных смесей. Взрывная волна, её структура и причины формирования. Закон подобия взрывов («закон кубического корня»). Переменные Садовского-Гопкинсона, Сахса. Эмпирические соотношения для расчёта параметров воздушной ударной волны.	23	8	4	4	15	20	20
4	8	Раздел 2. Взрывные волны при физических взрывах, детонации и горении газовых и гетерогенных смесей. Физические взрывы первого, второго, третьего рода. Взрывные волны при расширении газовых объемов высокого давления, газопылевых и парожидкостных систем, перегретой жидкости. Параметры взрывных волн при детонации облаков горючих газовых смесей. Импульсные ветровые нагрузки приповерхностного взрыва. Трансляционное воздействие взрыва.	22	7	4	3	15	20	20
4	8	Раздел 3. Подводные взрывы. Параметры ударных волн при подводном взрыве газообразных и конденсированных веществ. Подводные газовые взрывы.	19	6	4	2	13	20	20
4	8	Раздел 4. Ноксология взрыва. Поражающие факторы взрыва. Критерии фугасного поражения. Метод диаграмм «давление – импульс». Диаграммы поражения при различных видах взрывного воздействия. Расчет и анализ фугасного поражения при физических взрывах, осколочного, теплового и трансляционного воздействия. Комплексное поражающее действие взрыва на человека. Прямое и побочное воздействие взрывной волны. Критерии осколочного, теплового, трансляционного и токсического поражения.	22	8	6	2	14	20	20
4	8	Раздел 5. Взрывозащита конструкций и биообъектов. Традиционные и особые способы снижения взрывных нагрузок: контактное и бесконтактное размещение в защитной оболочке, вакуумирование, применение перфорированных перегородок и гранулированных материалов, пористых и слоистых экранов. Ударные волны в газах, сыпучих средах и двухфазных смесях. Релаксационные многофазные среды. Подавление ударных волн релаксационными системами. Взрывозащитные материалы и конструкции. Технические средства и системы взрывозащиты и взрывоподавления. Разрушаемые локализаторы взрыва, взрывозащитные устройства смешанного типа.	22	10	8	2	12	20	20
Всего за 8 семестр			108	39	26	13	69	100	100
Всего по дисциплине			108	39	26	13	69	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Взрывные явления и причины их возникновения.	Расчет и оценка поражающих факторов взрыва топливно-воздушной смеси	2
2		Расчет и анализ параметров взрывной волны и спутного потока за ней. Оценка параметров взрывной волны в ближней зоне	2
3	Раздел 2. Взрывные волны при физических взрывах, детонации и горении газовых и гетерогенных смесей.	Расчет приповерхностного взрыва, параметров спутного потока за взрывной волной и его трансляционного воздействия. Расчет ударно-волновой структуры приповерхностного взрыва методом ударных поляр	1
4		Расчет стационарной маховской конфигурации ударных волн с подвижной главной волной	2
5	Раздел 3. Подводные взрывы.	Расчет параметров ударной волны подводного взрыва и ее поражающего воздействия	2
6	Раздел 4. Ноксология взрыва.	Расчет поражающих факторов взрывной волны в импульсных газодинамических установках	1
7		Расчет поражающих факторов воздействия взрыва на человека и другие биообъекты	1
8	Раздел 5. Взрывозащита	Расчет эффективности полуоткрытого взрывозащитного	2

	конструкций и биообъектов.	устройства («взрывозащитной урны»). Расчет эффективности взрывозащитного устройства комбинированного типа	
Всего за 8 семестр			13

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Взрывные явления и причины их возникновения.	Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчетов	15
2	Раздел 2. Взрывные волны при физических взрывах, детонации и горении газовых и гетерогенных смесей.	Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчетов	15
3	Раздел 3. Подводные взрывы.	Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчетов	13
4	Раздел 4. Ноксология взрыва.	Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчетов	14
5	Раздел 5. Взрывозащита конструкций и биообъектов.	Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчетов	12
Всего за 8 семестр			69

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8		ТекК		ВРЗД		ДР	ТекК		ВРЗД	ДР	ТекК	ВРЗД	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы по разделу.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. Л. Адамян. . Теория горения и взрыва. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
2. В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 70 экз.
3. Е. А. Знаменский. . Ударное и кумулятивное действие артиллерийских боеприпасов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 51 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Баротермическое действие взрывов. СПб.: Астерион, 2006, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16.

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

1. <http://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
2. Matlab 2015a SP1.

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. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
2. Matlab 2015a SP1.

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 **ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА УДАРНО-ВОЛНОВЫХ И ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.05 Двигатели летательных аппаратов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.1 способность использовать знания фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов для понимания физической сущности рабочих процессов энергетических установок авиационной и ракетно-космической техники;

ПСК-1.4 способность проводить анализ тепловых и газодинамических процессов с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с ударно-волновыми и взрывными процессами, в том числе вызванных импульсным энерговыделением, в авиационной и ракетной технике, включая энергетические и двигательные установки летательных аппаратов. Учебная дисциплина, дающая прикладное представление о динамике ударно-волновых процессов, предваряет содержание дисциплины "Нестационарные и акустические процессы", в рамках которой рассматривается более широкий круг вопросов на более высоком теоретическом уровне.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы по разделу.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**26 ч.**), практические занятия (**13 ч.**), самостоятельная работа студента (**69 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 39 ч. аудиторных занятий, и 69 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. Взрывные явления и причины их возникновения.		
Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	Е. А. Знаменский. . Ударное и кумулятивное действие артиллерийских боеприпасов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1) В. Л. Адамян. . Теория горения и взрыва: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1) Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Баротермическое действие взрывов: СПб.: Астерион, 2006 (1, 2) Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Взрывобезопасность: СПб.: Астерион, 2006 (1)	15
Итого по разделу 1		15
Раздел 2. Взрывные волны при физических взрывах, детонации и горении газовых и гетерогенных смесей.		
Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	Е. А. Знаменский. . Ударное и кумулятивное действие артиллерийских боеприпасов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (2) В. Л. Адамян. . Теория горения и взрыва: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (2) Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Баротермическое действие взрывов: СПб.: Астерион, 2006 (3, 4)	15
Итого по разделу 2		15
Раздел 3. Подводные взрывы.		
Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Баротермическое действие взрывов: СПб.: Астерион, 2006 (2, 3) В. Л. Адамян. . Теория горения и взрыва: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3) В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2, 4, 6)	13
Итого по разделу 3		13
Раздел 4. Ноксология взрыва.		
Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	В. Л. Адамян. . Теория горения и взрыва: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (4) Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Взрывобезопасность: СПб.: Астерион, 2006 (4-7) Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. .	14

	Баротермическое действие взрывов: СПб.: Астерион, 2006 (5-7)	
Итого по разделу 4		14
Раздел 5. Взрывозащита конструкций и биообъектов.		
Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	В. Л. Адамян. . Теория горения и взрыва: Санкт- Петербург: Лань, 2022 (5) Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Баротермическое действие взрывов: СПб.: Астерион, 2006 (8-12)	12
Итого по разделу 5		12

