

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Суслин А. В.

(подпись) ФИО

«31» 05 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Информационные технологии проектирования боеприпасов и взрывателей
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ
Кафедра-разработчик рабочей программы	ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ

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	
5	9	3	108	68	34	0	34	40	0	18	22	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ
Павлов Ярослав Олегович, старший преподаватель



Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ**

Заведующий кафедрой Кэрт Б.Э., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ

Заведующий кафедрой Кэрт Б.Э., д.т.н., проф.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД

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-20 — способность осуществлять профессиональную деятельность и применять методы математического моделирования боевой эффективности, надежности, баллистики, аэродинамики, взрыва, высокоскоростного удара, кумуляции, напряженно-деформированного состояния и разрушения конструкций боеприпасов, а также сопутствующих взрывных технологий и технологий двойного назначения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-20

знания:

технических и программных средств реализации информационных процессов;

численных методов;

фундаментальных законов природы и основных физических законов в области механики;

умения:

применять математические методы, физические законы и химические закономерности для решения практических задач в области профессиональной деятельности;

навыки:

практического применения основных методов математического моделирования баллистики, взрыва, высокоскоростного удара, кумуляции и взрывных технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ АРТИЛЛЕРИЙСКОГО, РАКЕТНОГО И БОМБОВОГО ВООРУЖЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- ОПК-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, осознавать опасность и угрозы, возникающие в процессе этого развития, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
- ОПК-8 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их при решении задач профессиональной деятельности

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-20
5	9	Раздел 1. Математический аппарат численного моделирования. 1.1. Цель и содержание курса. 1.2. Матрицы. Алгебраические операции с матрицами. Нахождение обратной матрицы. Дифференцирование матричных выражений. 1.3. Линейные алгебраические уравнения. Признаки наличия и единственности решения. Понятие о методах решения. Число обусловленности. 1.4. Тензоры. Основные свойства. Алгебраические действия с тензорами. Главные направления и собственные значения тензора.	12	6	6	0	6	30
5	9	Раздел 2. Метод конечных разностей. 2.1. Общие положения. 2.2. Построение сетки. Конечно-разностная аппроксимация производных. 2.3. Разностная схема краевой задачи. Интерполяция граничных условий. Понятие об устойчивости и сходимости. 2.4. Построение системы разностных уравнений. Начальные и граничные условия. Задача Неймана. 2.5. Особенности решения нелинейных задач. Физическая и геометрическая нелинейности. 2.6. Решение нестационарных задач на примере уравнения теплопроводности. Явные и неявные методы. 2.7. Подходы Эйлера и Лагранжа. 2.8. Построение системы дифференциальных уравнений.	42	30	12	18	12	35
5	9	Раздел 3. Основные разностные схемы и методы решения одномерных задач газовой динамики. 3.1. Схема «крест». Шаблон схемы. Особенности дискретизации. Задание граничных и начальных условий. 3.2. Построение однородных разностных схем с псевдовязкостью. Линейная, квадратичная и комбинированная псевдовязкость. 3.3. Схема Неймана-Рихтмайера. Шаблон схемы. Особенности дискретизации. Задание граничных и начальных условий. 3.4. Построение однородных разностных схем с аппроксимационной вязкостью. Схема Лакса. 3.5. Схема Лакса-Вендрофа. Шаблон схемы. Задание граничных и начальных условий. Схема метода Уилкинса. 3.6. Разностная схема Фоммы метода Мейдера. Консервативность разностных схем. 3.7. Методы семейства «частиц в ячейках». Метод крупных частиц. Метод контрольного объема. Общие положения. 3.8. Понятие о методах коррекции потоков. Особенности вычислительного алгоритма.	54	32	16	16	22	35
Всего за 9 семестр			108	68	34	34	40	100
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Метод конечных разностей.	Исследование явных разностных схем численных методов решения задач переноса профилей ударных волн и волн сжатия на основе простейшего гиперболического уравнения. (схемы: уголок, Лакса, тренога, Лакса-Вендроффа (чехарда), прямоугольник, крест)	12
2		Исследование устойчивости явной разностной схемы на основе численного эксперимента о перераспределении тепловых возмущений.	6
3	Раздел 3. Основные разностные схемы и методы решения одномерных задач газовой динамики.	Расчет теплового состояния с помощью неявной разностной схемы на основе численного эксперимента о распределении тепла в пограничном слое. (неявная схема, метод прогонки)	4
4		Итерационные методы решения первой краевой задачи для уравнения Лапласа в прямоугольной области на примере распределения стационарных полей давления. (метод простых итераций, метод последовательных смещений, метод релаксации, продольно-поперечная прогонка)	8
5		Имитационное моделирование течений вязкой жидкости. (схема Кранка-Николсона, метод простых итераций)	4
Всего за 9 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№	Номер и наименование раздела	Содержание учебного задания	Объем,
---	------------------------------	-----------------------------	--------

п/п	дисциплины		часов
1	Раздел 1. Математический аппарат численного моделирования.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 1.1.-1.4. по рекомендуемой литературе.	6
2	Раздел 2. Метод конечных разностей.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 2.1.-2.8. по рекомендуемой литературе.	4
3		Выполнение раздела курсовой работы.	8
4	Раздел 3. Основные разностные схемы и методы решения одномерных задач газовой динамики.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 3.1.-3.8. по рекомендуемой литературе.	12
5		Выполнение раздела курсовой работы.	10
Всего за 9 семестр			40

3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Сбор исходных данных	1 - 3	2
Этап 2. Проведение расчетов	4 - 9	6
Этап 3. Анализ результатов	10 - 13	2
Этап 4. Оформление пояснительной записки	14 - 15	6
Этап 5. Подготовка к защите	16 - 17	2
Всего за 9 семестр		18

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
9				КПос		ДР			КПос	ДР						ДР	КР, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- КР – курсовая работа;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- курсовая работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Бабкин, В. В. Селиванов. . Основы механики сплошных сред. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004, эл. рес.
2. В. А. Зазимко, П. Д. Горохова. . Тензорный анализ в газовой динамике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 39 экз.
3. К. М. Иванов, А. В. Лясников, А. М. Суравнев. . Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением. СПб.: Изд-во ПИМаш, 1995, 95 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. В. Бабкин, В. В. Селиванов. . Основы механики сплошных сред. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки;
2. Прикладная информатика.

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

1. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=443 — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <https://urait.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 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

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. Проектор;
2. Интерактивная доска.

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 **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-20 способность осуществлять профессиональную деятельность и применять методы математического моделирования боевой эффективности, надежности, баллистики, аэродинамики, взрыва, высокоскоростного удара, кумуляции, напряженно-деформированного состояния и разрушения конструкций боеприпасов, а также сопутствующих взрывных технологий и технологий двойного назначения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с численным решением задач физики быстропротекающих процессов с высокой плотностью энергии. Рассматриваются основные понятия и схемы конечно-разностные методов решения задач теплопроводности и газовой динамики, прежде всего, физики взрыва и удара.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- курсовая работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 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. Математический аппарат численного моделирования.		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 1.1.-1.4. по рекомендуемой литературе.	К. М. Иванов, А. В. Лясников, А. М. Суравнев. . Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением: СПб.: Изд-во ПИМаш, 1995 (1.5) В. А. Зазимко, П. Д. Горохова. . Тензорный анализ в газовой динамике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1)	6
Итого по разделу 1		6
Раздел 2. Метод конечных разностей.		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 2.1.-2.8. по рекомендуемой литературе.	К. М. Иванов, А. В. Лясников, А. М. Суравнев. . Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением: СПб.: Изд-во ПИМаш, 1995 (3) А. В. Бабкин, В. В. Селиванов. . Основы механики сплошных сред: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004 (1)	4
Выполнение раздела курсовой работы.		8
Итого по разделу 2		12
Раздел 3. Основные разностные схемы и методы решения одномерных задач газовой динамики.		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 3.1.-3.8. по рекомендуемой литературе.	А. В. Бабкин, В. В. Селиванов. . Основы механики сплошных сред: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004 (3)	12
Выполнение раздела курсовой работы.		10
Итого по разделу 3		22

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- курсовая работа;
- контроль посещаемости;
- 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.

Курсовая работа

Курсовая работа представляется в печатной форме. Прием курсовой работы оформляется после ее защиты. Защита курсовой работы проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Курсовая работа содержит 2 задания.

Защита курсовой работы возможна как целиком, так и отдельно по заданиям. Защита всех выполненных заданий является полной защитой курсовой работы.

Правильное оформление пояснительной записки и верные своевременные ответы студента на вопросы преподавателя являются основанием для приема курсовой работы.

Защита курсовой работы оценивается оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «не защитил».

Основой для определения оценки служит уровень усвоения студентом материала, предусмотренного учебной программой дисциплины.

– оценки «отлично» по итогам защиты курсовой работы заслуживает студент, обнаруживший при ответах на вопросы всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, выполнивший курсовую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку оформленную в соответствии с действующими требованиями;

– оценки «хорошо» по итогам защиты курсовой работы заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, выполнивший курсовую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку содержащую незначительные отступления от действующих требований и погрешности оформления;

– оценки «удовлетворительно» по итогам защиты курсовой работы заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, выполнивший курсовую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку содержащую серьезные отступления от действующих требований и существенные погрешности оформления;

– оценка «не защитил» по итогам защиты курсовой работы выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала и материалов представленной им курсовой работы, допустившему принципиальные ошибки при ответах на вопросы преподавателя. Как правило, оценка «не защитил» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании БГТУ без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Контроль посещаемости

Для получения аттестации необходимо иметь не более одного пропуска занятий без уважительной причины. При пропуске лекционного занятия должен быть представлен конспект пропущенных тем, составленный по рекомендуемой литературе.

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.

Зачет выставляется в случае защиты курсовой работы на одну из оценок "отлично", "хорошо" или "удовлетворительно" и положительного результата текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы

Примерный перечень вопросов, задаваемых при защите курсовой работы представлен в УМК дисциплины.

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	Практические занятия		ПСК-20	
5	9	Раздел 1. Математический аппарат численного моделирования.	12	6	6	0	6	30	Курсовая работа
5	9	Раздел 2. Метод конечных разностей.	42	30	12	18	12	35	Контроль посещаемости, Курсовая работа
5	9	Раздел 3. Основные разностные схемы и методы решения одномерных задач газовой динамики.	54	32	16	16	22	35	Курсовая работа
Всего за 9 семестр			108	68	34	34	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	