

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Боеприпасы
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	51	34	0	17	57	0	0	57	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: 2025

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 Знаменский Е.А., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ

Заведующий кафедрой Знаменский Е.А., к.т.н., доц.

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:

ПК-2 — Способен 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:

ПК-2

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**.

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
- ПК-94 — Способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения 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	Практические занятия		ПК-2
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	20
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.	40	20	12	8	20	40
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 Фромма 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.	56	25	16	9	31	40
Всего за 9 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	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)	6
2		Исследование устойчивости явной разностной схемы на основе численного эксперимента о перераспределении тепловых возмущений.	2
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)	2
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)	5
5		Имитационное моделирование течений вязкой жидкости. (схема Кранка-Николсона, метод простых итераций)	2
Всего за 9 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, 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.	8
3		Выполнение раздела курсовой работы.	12
4	Раздел 3. Основные разностные схемы и методы решения одномерных задач газовой динамики.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 3.1.-3.8. по рекомендуемой литературе.	31
Всего за 9 семестр			57

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	ДЗ		ДР			КПос, ДЗ	ДР		ДЗ			ДЗ	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- ДЗ – домашнее задание;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- домашнее задание.

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*:

ПК-2 Способен 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;
- домашнее задание.

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 (**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. 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.	А. В. Бабкин, В. В. Селиванов. . Основы механики сплошных сред: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004 (1)	8
Выполнение раздела курсовой работы.	К. М. Иванов, А. В. Лясников, А. М. Суравнев. . Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением: СПб.: Изд-во ПИМаш, 1995 (3)	12
Итого по разделу 2		20
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)	31
Итого по разделу 3		31

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контроль посещаемости;
- домашнее задание;
- зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

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

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.

Домашнее задание

В ходе обучения студенты выполняют 4 домашних задания. Варианты домашних заданий выдаются на практических занятиях. После выполнения домашнего задания студенты оформляют отчет в письменном виде. Домашние задания получают оценки "выполнено" или "не выполнено". Оценка "выполнено" ставится в случае если домашнее задание соответствует варианту, выполнено в соответствии с положениями об оформлении домашних заданий и содержит все необходимые структурные элементы, включая описание теории и основные выводы.

Наименование домашних заданий:

1. Методы решения стационарных задач
2. Методы решения параболических уравнений
3. Методы решения гиперболических уравнений
4. Методы решения эллиптических уравнений

Зачет

Оценка «зачтено» может быть поставлена без участия в промежуточной аттестации при наборе студентов более 60 баллов по сумме работ в семестре. Баллы за выполнение учебных заданий назначаются в соответствии с технологической картой дисциплины и регламентом использования балльно-рейтинговой системы. В случае, если студент не набрал 60 баллов сдача зачета производится в устной форме.

К сдаче зачета допускаются студенты при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой дисциплины.

Зачет выставляется по результатам устных ответов обучающегося на вопросы к зачету,

Критерии оценивания:

- оценка «зачтено»: студент дал полные правильные ответы на два основных вопроса преподавателя, либо не ответил на один из основных вопросов преподавателя, но на дополнительный вопрос ответил верно, либо не ответил на основные вопросы преподавателя, но на дополнительные вопросы ответил верно;

- оценка «не зачтено»: студент не ответил вопросы преподавателя

Перечень вопросов 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		ПК-2	
5	9	Раздел 1. Математический аппарат численного моделирования.	12	6	6	0	6	20	Контроль посещаемости
5	9	Раздел 2. Метод конечных разностей.	40	20	12	8	20	40	Контроль посещаемости, Домашнее задание
5	9	Раздел 3. Основные разностные схемы и методы решения одномерных задач газовой динамики.	56	25	16	9	31	40	Контроль посещаемости, Домашнее задание
Всего за 9 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	

**Оценочные материалы по дисциплине ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД**

ПК-2 - Способен 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

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Как называется подход к изучению движения деформируемых сред, ориентированный на определение параметров в каждой фиксированной точке пространства
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Какой метод используют для решения системы алгебраических уравнений, записанных в матричном виде и имеющих ленточную матрицу коэффициентов?
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие из следующих утверждений о **лагранжевых массовых координатах** являются **верными**?
- А) Лагранжевы координаты связаны с индивидуальными частицами среды и отслеживают их движение.
- Б) В лагранжевом описании производная по времени является субстанциональной (полной) производной.
- В) Лагранжев подход всегда предпочтительнее эйлерова при численном моделировании.
- Г) В лагранжевых координатах граничные условия формулируются проще, чем в эйлеровых.
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие из следующих утверждений о **жесткости системы линейных уравнений** $Ax=b$ являются **верными**?
- А) Система считается жесткой, если при малых изменениях правой части b решение x меняется значительно.
- Б) Метод Гаусса всегда устойчив для решения жестких систем.
- В) Для жестких систем предпочтительнее использовать итерационные методы, а не прямые.
- Г) Жесткость системы можно уменьшить, перемасштабировав уравнения.
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие из следующих утверждений о тензорах являются **верными**?
- А) Тензор нулевого ранга (скаляр) инвариантен относительно преобразований координат.
- Б) Тензор деформации является примером тензора 4-го ранга.
- В) Тензор 2-го ранга можно представить в виде матрицы, но не всякая матрица является тензором.
- Г) Симметричный тензор 2-го ранга всегда имеет только действительные собственные значения.
- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие
Установите соответствие между **утверждениями** о числе обусловленности $\text{cond}(A)$ матрицы A и их **пояснениями/свойствами**.
1. Чем больше $\text{cond}(A)$, тем хуже обусловлена система $Ax=b$.
 2. Число обусловленности не меняется при умножении матрицы на скаляр.
 3. Для ортогональной матрицы Q число обусловленности $\text{cond}(Q)=1$.
 4. Если $\text{cond}(A) \approx 10^k$, то при решении системы можно потерять до k значащих цифр точности.

Пояснения/Свойства:

- А) Обусловленность инвариантна относительно масштабирования: $\text{cond}(\alpha A) = \text{cond}(A)$.
- Б) Оптимальный случай: матрица не искажает ошибки входных данных.
- В) Оценка потери точности из-за ошибок округления.
- Г) Система становится чувствительной к малым погрешностям в данных.

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между объектами и их **математическим описанием**:

- 1. Температура в точке
- 2. Скорость тела в трёхмерном пространстве
- 3. Матрица проекции в компьютерной графике
- 4. Напряжённое состояние в деформируемом материале

- А) Тензор 0-го ранга (скаляр)
- Б) Тензор 1-го ранга (вектор)
- В) Тензор 2-го ранга
- Г) Не является тензором

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите этапы решения типичной задачи механики сплошной среды в правильном порядке:

- А) Запись определяющих соотношений (уравнений состояния).
- Б) Анализ граничных и начальных условий.
- В) Выбор модели сплошной среды (идеальная жидкость, упругое тело, вязкая жидкость и т.д.).
- Г) Линеаризация уравнений (если возможно и необходимо).
- Д) Запись законов сохранения (массы, импульса, энергии) в дифференциальной форме.
- Е) Численное или аналитическое решение полученной системы уравнений.
- Ж) Постановка задачи (определение геометрии, внешних воздействий, искомых величин).

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите этапы аппроксимации граничных условий для численного решения дифференциальных уравнений в правильном порядке:

- А) Определение типа граничных условий (Дирихле, Неймана, Робина).
- Б) Дискретизация граничных условий с использованием выбранной разностной схемы.
- В) Выбор метода аппроксимации (конечные разности, конечные элементы, спектральные методы).
- Г) Учет граничных условий в системе алгебраических уравнений.
- Д) Анализ устойчивости и точности аппроксимации граничных условий.
- Е) Проверка выполнения граничных условий на тестовых задачах.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Схема Лакса-Вендроффа...

- 1. Не размывает плотность веществ в зоне контактных разрывов
- 2. Размывает плотность веществ в зоне контактных разрывов
- 3. Не устойчива при наличии контактных разрывов
- 4. Порождает ударные волны в зоне контактных разрывов

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Схема Неймана-Рихтмайера строится на основе

1. Схемы "крест"
2. Схемы Лакса
3. Схемы Лакса-Вендроффа
4. Схемы Уилкенса

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой порядок аппроксимации обеспечивает использование схемы «крест»?

1. Второй
2. Полуторный
3. Первый
4. Третий