

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Патроны и гильзы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

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	34	0	0	34	74	0	0	74	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 Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА
АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Сидоренко Тимофей Владимирович, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ
СИСТЕМ**

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ

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 применять основные методы проектирования, расчетов патронов и гильз различного назначения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-2

знания:

на уровне понимания: разработка методик расчета, оптимизации и структурно-параметрического синтеза технологий изготовления элементов боеприпасов, а также их конструкций;

использование информационных и компьютерных технологий при проектировании образцов боеприпасов и разработки технологий их изготовления;

применение специализированных расчетных программных средств для создания компьютерных моделей для оценки расчётных параметров изделий и процессов в области машиностроения и области проектирования боеприпасов;

умения:

построение расчётных алгоритмов и программных модулей для определения основных параметров технологических процессов и построение взаимных связей, получаемых результатов;

аналитическая оценка получаемых результатов расчёта, построение графических и математических зависимостей для их оценки результатов;

верификация и валидация выполненных расчётов численными и аналитическими методами;

навыки:

моделирование процессов изготовления элементов боеприпасов;

корректное составление алгоритмов расчёта требуемых величин (технологических параметров), позволяющих быстро получать их итоговые значения при изменении исходных данных;

выполнение научно-технических отчётов с анализом и сопоставление результатов, полученных разными методами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ** 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: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В МЕХАНИКЕ, ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ В СИСТЕМЕ MATHCAD, МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА, ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСТРЕЛОВ, ТЕХНОЛОГИЯ КОВКИ И ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-10 — Способен применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения
- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных 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	Практические занятия		ПК-2
4	8	Раздел 1. 1 Общее представление о численных методах. 1.1 Основные понятия численного моделирования 1.2 Базовые основы работы в программном комплексе Ansys.	12	4	4	8	20
4	8	Раздел 2. 2 Основы моделирования методом конечных элементов. 2.1 Общее представление о методе конечных элементов 2.2 Классы решаемых задач и виды анализа 2.3 Геометрическое моделирование и построение конечно-элементной сетки 2.4 Задание граничных условий 2.5 Задание характеристик материала. 2.6 Постпроцессинг и анализ напряженно-деформированного состояния 2.7 Решение задач в динамической постановке 2.8 Использование подмоделирования.	52	12	12	40	40
4	8	Раздел 3. 3 Моделирование процессов обработки металлов давлением. 3.1 Моделирование процесса растяжения цилиндрического образца. 3.2 Моделирование процесса вытяжки.	44	18	18	26	40
Всего за 8 семестр			108	34	34	74	100
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. 1 Общее представление о численных методах.	Общее представление о структуре программного комплекса Ansys. Основы работы с интерфейсом. Основные модели. Базовые основы работы в программном комплексе Ansys.	4
2	Раздел 2. 2 Основы моделирования методом конечных элементов.	Основы моделирования методом конечных элементов. Геометрическое моделирование. Построение сетки. Виды граничных условий. Моделирование контактных взаимодействий. Моделирование задач в статической и динамической постановке. Анализ результатов.	12
3	Раздел 3. 3 Моделирование процессов обработки металлов давлением.	Моделирование процессов обработки металлов давлением: гибка листового материала, осадка цилиндрической заготовки, вытяжки без утонения. Анализ результатов и напряженно-деформированного состояния.	18
Всего за 8 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. 1 Общее представление о численных методах.	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	8
2	Раздел 2. 2 Основы моделирования методом конечных элементов.	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	40
3	Раздел 3. 3 Моделирование процессов обработки металлов давлением.	Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	26
Всего за 8 семестр			74

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
8					ИПЗ	ДР			ИПЗ	ДР						ДР	ИПЗ, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Власов, С. А. Стебунов, С. А. Евсюков. . Конечно-элементное моделирование технологических процессовковки и объемной штамповки. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, эл. рес.
2. В. А. Бруяка, В. Г. Фокин, Е. А. Солдусова. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench. Самара: Изд-во СамГТУ, 2010, эл. рес.
3. В. А. Бруяка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench. Самара: Изд-во СамГТУ, 2013, эл. рес.
4. К. А. Басов. . Графический интерфейс комплекса ANSYS. М.: ДМК Пресс, 2006, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

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 ЛАНБ);
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 (Электронная библиотека университета) — 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;
2. КОМПАС-3D V17.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Практические занятия:

1. Интерактивная доска;
2. Ansys;
3. КОМПАС-3D V17.

6.2. 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 ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ** 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 *Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-2 Способен применять основные методы проектирования, расчетов патронов и гильз различного назначения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с использованием информационных и компьютерных технологий при проектировании образцов боеприпасов и технологий их изготовления. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 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. 1 Общее представление о численных методах.		
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	К. А. Басов. . Графический интерфейс комплекса ANSYS: М.: ДМК Пресс, 2006 (1, 2, 3) В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (1, 2, 3, 4, 5, 6) В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Е. А. Солдусова. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Самара: Изд-во СамГТУ, 2010 (1, 2, 3, 4, 5, 6)	8
Итого по разделу 1		8
Раздел 2. 2 Основы моделирования методом конечных элементов.		
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	К. А. Басов. . Графический интерфейс комплекса ANSYS: М.: ДМК Пресс, 2006 (1, 2, 3) В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (1, 2, 3, 4, 5, 6) В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Е. А. Солдусова. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Самара: Изд-во СамГТУ, 2010 (1, 2, 3, 4, 5, 6) А. В. Власов, С. А. Стебунов, С. А. Евсюков. . Конечно-элементное моделирование технологических процессовковки и объемной штамповки: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (-)	40
Итого по разделу 2		40
Раздел 3. 3 Моделирование процессов обработки металлов давлением.		
Изучение предусмотренных рабочей программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	К. А. Басов. . Графический интерфейс комплекса ANSYS: М.: ДМК Пресс, 2006 (1, 2, 3) В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Е. А. Солдусова. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Самара: Изд-во СамГТУ, 2010 (1, 2, 3, 4, 5, 6) В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (1, 2, 3, 4, 5, 6)	26
Итого по разделу 3		26

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- индивидуальное практическое 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.

Индивидуальное практическое задание

Практическое задание оценивается по трём критериям:

- построена конечно-элементная модель (построена конечно-элементная сетка, заданы граничные условия, параметры анализа), выполнен её расчёт с выводом необходимых результатов (в зависимости от варианта задания: напряженно-деформированное состояние, реализующиеся усилия/реакции, деформации), выполнен отчёт с описанием конечно-элементной модели, анализом полученных результатов и сопоставлением с аналитическим решением (численно-аналитическим решением, результатом эксперимента и т.п);
- выполнен отчёт описывающий конечно-элементную модель, приведены результаты расчёта и выполнен их анализ;
- в устной форме студент смог обосновать принятые приёмы моделирования и корректность полученных результатов.

Зачет

Оценка выставляется на основании совокупности выполненных индивидуальных заданий и полноты их выполнения в соответствии с технологической картой на дисциплину.
Оценка «Зачтено» выставляется за полное выполнение трёх ИПЗ.

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	Практические занятия		ПК-2	
4	8	Раздел 1. 1 Общее представление о численных методах.	12	4	4	8	20	Индивидуальное практическое задание
4	8	Раздел 2. 2 Основы моделирования методом конечных элементов.	52	12	12	40	40	Индивидуальное практическое задание
4	8	Раздел 3. 3 Моделирование процессов обработки металлов давлением.	44	18	18	26	40	Индивидуальное практическое задание
Всего за 8 семестр			108	34	34	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100	

Оценочные материалы по дисциплине ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ

ПК-2 - Способен применять основные методы проектирования, расчетов патронов и гильз различного назначения

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите типичную последовательность для схемы решения задачи с помощью МКЭ

1. Постановка задачи
2. Построение конечно-элементной сетки
3. Задание граничных условий (нагрузок, закреплений, контактов) и настроек решения
4. Отправка задания на расчёт, получение решения
5. Анализ полученных результатов

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Почему при моделировании пространственных сварных металлоконструкций рациональным является применение оболочечных конечных элементов вместо объёмных?

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Вы моделируете методом конечных элементов растяжение плоской пластины с отверстием в центре. Расчёт показал напряжения в районе отверстия, значительно превышающие номинальное значение. Под номинальными напряжениями понимаются отношение силы к площади наименьшего поперечного сечения. Чем может быть вызван полученный результат? Как убедиться в его достоверности?

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите обозначения в уравнении теории упругости $[K]\{U\} = \{F\}$, решаемом методом конечных элементов, с соответствующими им расшифровкам

1. $[K]$ А. Матрица жёсткости
2. $\{U\}$ Б. Вектор узловых перемещений
3. $\{F\}$ В. Вектор узловых сил
Г. Матрица масс
Д. Матрица демпфирования

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

В какой последовательности решается система уравнений $[K]\{u\} = \{F\}$?

1. Записать систему уравнений $[K]\{u\} = \{F\}$
2. Применить граничные условия (учесть закрепления)
3. Решить систему уравнений относительно вектора узловых перемещений $\{u\}$

Вычислить напряжения и деформации в элементах

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

Выберите правильное утверждение. При моделировании методом конечных элементов, для изотропного (Isotropic) закона упрочнения ...

1. ... поверхность текучести не изменяется.
2. ... поверхность текучести расширяется и перемещается в направлении пластической деформации.
3. ... поверхность текучести перемещается в направлении пластической деформации.
4. ... поверхность текучести равномерно расширяется в направлении пластической деформации.

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор

ответов

Выберите возможные причины преждевременного окончания решения при моделировании задач пластического деформирования в Ansys:

1. Сильное искажение сетки в процессе деформирования
2. Относительные деформации элементов превосходят табличные значения заданные для закона упрочнения
3. Не задано температурное расширение материала
4. Напряжения в материале достигли предела текучести

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите формулы и соответствующие им термины, справедливые для моделирования растяжения образца

1.

$$\sigma_{??} = \frac{P}{F_0}$$

А. Номинальные напряжения (Engineering Stress)

2.

$$\sigma_{??} = \ln(1 + \varepsilon_{eng})$$

Б. Истинные относительные напряжения (True Stress)

3.

$$\sigma_{??} = \sigma_1$$

В. Эквивалентные напряжения по Мизесу в области одноосного растяжения (von Mises Equivalent Stress)

Г. Остаточные напряжения (Residual Stress)

Д. Касательные напряжения при растяжении (Shear Stress in Tension)

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

Как преимущество есть у гексаэдрических твердотельных элементов относительно тетраэдрических элементов?

1. Проще алгоритм разбиения, особенно для сложной геометрии
2. Больше узлов при той же плотности (количество элементов на единицу объёма)
3. Меньше узлов при той же плотности (количество элементов на единицу объёма)
4. Нет никаких преимуществ.

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

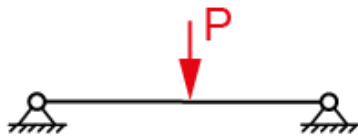
Выберите правильное утверждение. Квадратичные элементы ...

1. ... требуют меньше ресурсов для решения относительно линейных при том же размере элемента
2. ... требуют больше ресурсов для решения относительно линейных при том же размере элемента
3. ... не влияют на вычислительную сложность задачи относительно линейных.
4. ... просто собираются из двух линейных элементов

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие закрепления необходимо назначить для точки «А», для того чтобы расчётная схема была эквивалентна заданной?

Исходные данные



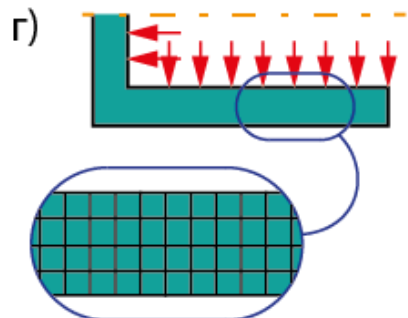
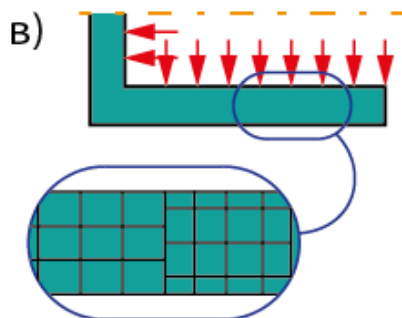
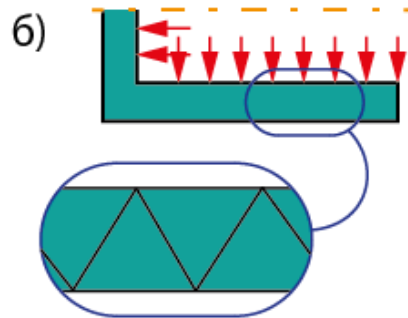
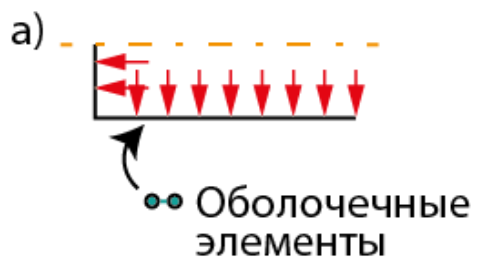
Расчётная схема



1. Закрепление по перемещению в направлении X
2. Закрепление по перемещению в направлении Y
3. Закрепление по повороту относительно оси Y
4. Закрепление по повороту относительно оси Z

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выберите допустимые конечно-элементные модели по моделированию стакана, нагруженного давлением по внутренней поверхности.



1. а)
2. б)
3. в)
4. г)