

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ

Направление/специальность подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Механика процессов обработки давлением
Уровень высшего образования	Магистратура
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	
5	9	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)**

15.04.03 Прикладная механика

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:

ОПК-10 — Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики

ОПК-5 — Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-10

знания:

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

умения:

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

навыки:

разработка, обоснование и использование теоретических моделей, позволяющих исследовать динамические процессы и прогнозировать уровень тактико-технических характеристик разрабатываемых образцов боеприпасов и технологий их изготовления;

подготовка научно-технических отчетов по результатам выполненных расчётов.

ОПК-5

знания:

общие принципы разработки методов расчёта машиностроительных изделий и боеприпасов, а также технологии их изготовления;

представление о верификации и валидации методов;

умения:

верификация и валидация выполненных расчётов численными и аналитическими методами;

навыки:

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 **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **АЛГОРИТМИЗАЦИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ**

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		ОПК-10	ОПК-5
5	9	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	20
5	9	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 напряжённо-деформированного состояния 2.7 Решение задач в динамической постановке 2.8 Использование подмоделирования.	52	12	12	40	40	40
5	9	Раздел 3. 3 Моделирование процессов обработки металлов давлением. 3.1 Моделирование процесса гибки листового материала 3.2 Моделирование процесса осадки цилиндрической заготовки 3.3 Моделирование процесса вытяжки без утонения.	44	18	18	26	40	40
Всего за 9 семестр			108	34	34	74	100	100
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100	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 9 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 9 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
9					ИПЗ	ДР				ДР	ИПЗ					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 **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*. 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*:

ОПК-10 Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики;

ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов.

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, 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) 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.

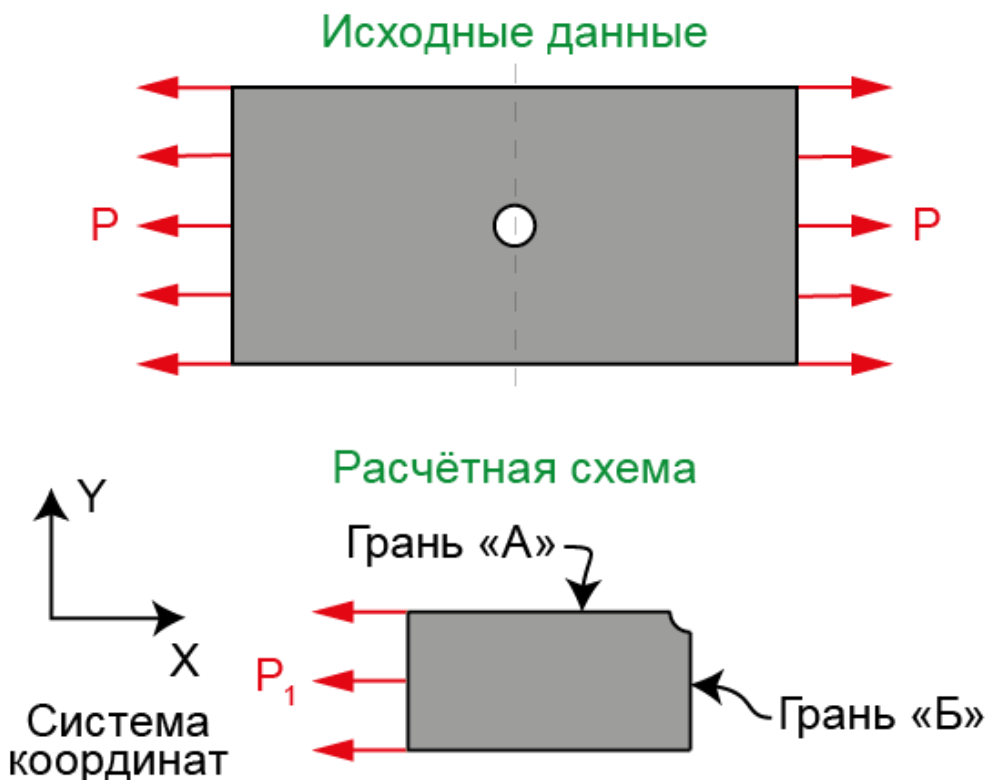
Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		ОПК-10	ОПК-5	
5	9	Раздел 1. 1 Общее представление о численных методах.	12	4	4	8	20	20	Индивидуальное практическое задание
5	9	Раздел 2. 2 Основы моделирования методом конечных элементов.	52	12	12	40	40	40	Индивидуальное практическое задание
5	9	Раздел 3. 3 Моделирование процессов обработки металлов давлением.	44	18	18	26	40	40	Индивидуальное практическое задание
Всего за 9 семестр			108	34	34	74	100	100	
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100	100	

Оценочные материалы по дисциплине ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ

ОПК-10 - Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- При моделировании методом конечных элементов, для получения удовлетворительной величины подшага решения в задачах явной динамики важно ...
1. Задать системе большое демпфирование
 2. Вручную выставить нужный подшаг
 3. Делать максимально мелку сетку, особенно в концентраторах
 4. Стремиться к однородности сетки без сильного искажения формы конечного элемента
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Выберите правильное утверждение. При моделировании методом конечных элементов, для кинематического (Kinematic) 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.
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Выберите какие граничные условия требуются задать на гранях «А» и «Б» для задачи Кирша (растягивание пластинки с отверстием, используются плоские элементы, моделирующие плосконапряжённое деформированное состояние).



1. Грань А, закрепление по перемещению в направлении X
2. Грань А, закрепление по перемещению в направлении Y
3. Грань А, закрепление по перемещению в направлении X

4. Грань А, закрепление по перемещению в направлении Y

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

При моделировании вытяжки плоскими осесимметричными элементами, выберете, какие особенности задачи можно учесть при моделировании

1. Разностенность
2. Складкообразование
3. Упругую разгрузку
4. Усилие деформирования

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

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

1.

$$\varepsilon_{??} = \frac{\Delta L}{L_0}$$

А. Номинальные относительные деформации (Engineering Strain)

2.

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

Б. Истинные относительные деформации (True Strain)

3.

$$\varepsilon_{??} = \varepsilon_{total} - \varepsilon_{elastic}$$

В. Пластические относительные деформации (Plastic Strain)

4.

$$\varepsilon_{??} = \frac{\sigma_{true}}{E}$$

Г. Упругие относительные деформации (Elastic Engineering Strain)

Д. Эквивалентные относительные деформации (Equivalent Strain)

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность шагов, выполняемых на каждом временном шаге в явном методе центральных разностей (explicit тип анализа)

1. Вычислить ускорения на основе текущих внешних и внутренних сил
2. Обновить скорости
3. Обновить перемещения
4. Применить граничные условия к новым значениям перемещений и ускорений
5. Пересчитать внутренние силы для обновлённых перемещений

№ 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Назовите основные причины плохой сходимости задач обработки металлов давлением при их моделировании методом конечных элементов.

№ 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какой тип упрочнения (кинематическое или изотропное) следует применять, если требуется оценить упругую разгрузку после гибки и почему?

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите обозначения в уравнении теории упругости (решаемом методом конечных элементов при динамическом неявном анализе) с соответствующими им расшифровкам

$$[M] \frac{d^2}{dt^2} \{U\} + [C] \frac{d}{dt} \{U\} + [K] \{U\} = \{F(t)\}$$

1. [M] А. Матрица масс
2. [C] Б. Матрица демпфирования
3. [K] В. Матрица жесткости
4. {U} Г. Вектор узловых перемещений
5. {F(t)} Д. Вектор узловых нагрузок

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Выберите правильную последовательность этапов типового статического анализа методом конечных элементов.

1. Построение геометрии модели
2. Дискретизация (разбиение геометрии на конечные элементы)
3. Приложение граничных условий (закреплений, нагрузок, контактов), задание настроек решения
4. Решение системы уравнений $[K]\{u\} = \{F\}$
5. Постпроцессинг (анализ напряжений, деформаций и т.д.)

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

Сравните количество степеней свободы у узлов оболочечного элемента и объёмного (тетраэдрического/гексаэдрического)

1. Одинаковое количество степеней свободы
2. У объёмных элементов количество степеней свободы больше
3. У оболочечных элементов количество степеней свободы больше
4. Количество степеней свободы зависит от свойств материала

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

При моделировании вытяжки без утонения в статической постановке выберите минимально необходимые для получения результата настройки решения

1. Демпфирование
2. Геометрическая нелинейность
3. Учёт инерции
4. Настройки величины подшага

ОПК-5 - Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чем заключается эффект сингулярности напряжений? Что делать, если этот эффект проявился в расчётной области?

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

Выберите правильное утверждение.

Гауссовы точки (Gauss Points) это ...

1. Точки, возникающие в месте любого контакта
2. Точки, расположенные внутри конечного элемента, в которых вычисляются интегралы (например, матрицы жесткости)
3. Точки, расположенные в узлах элементов для которых заданы условия контакта
4. Точки, в которых возникают максимальные контактные давления

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

Как преимущество есть у гексаэдрических твердотельных элементов относительно тетраэдрических элементов?

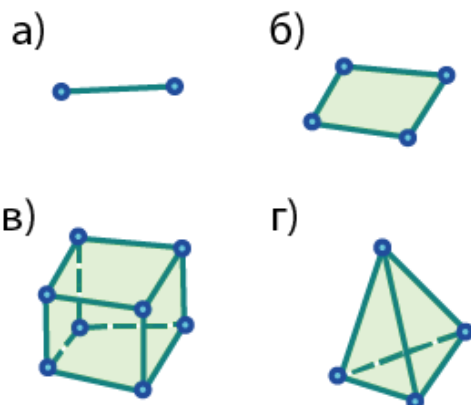
1. Проще алгоритм разбиения, особенно для сложной геометрии
2. Больше узлов при той же плотности (количество элементов на единицу объёма)
3. Меньше узлов при той же плотности (количество элементов на единицу объёма)
4. Нет никаких преимуществ.

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чём практическая разница между изотропной и кинематической моделью упрочнения?

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите название конечного элемента и его изображение



- | | |
|--|-------|
| 1. Оболочечный элемент | А. а) |
| 2. Балочный элемент | Б. б) |
| 3. Тетраэдрический твердотельный элемент | В. в) |
| 4. Гексаэдрический твердотельный элемент | Г. г) |

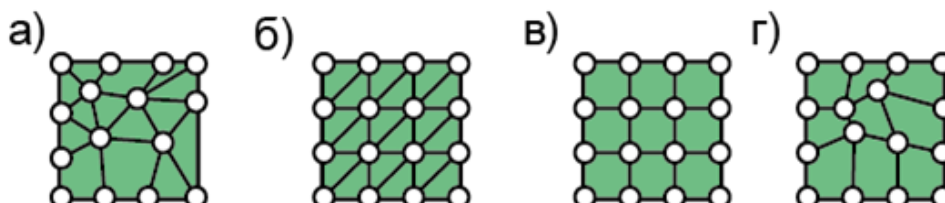
№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Каков порядок шагов в типичном итерационном процессе (например, метод Ньютона-Рафсона)?

1. Приложить часть нагрузки (шаг)
2. Собрать матрицу и вектор
3. Решить систему
4. Вычислить невязку
5. Проверить сходимость

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Выберите сетки от "худшей" к "лучшей" в общем случае.



1. а)
2. б)
3. в)
4. г)

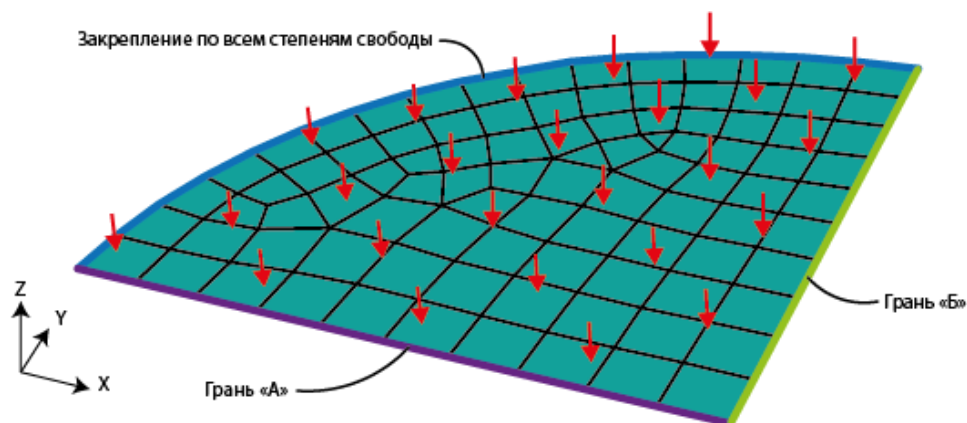
№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какую геометрическую фигуру представляет условие пластичности Мизеса в пространстве главных напряжений.

1. Призма с шестью сторонами бесконечной длины
2. Круглый цилиндр бесконечной длины
3. Правильный конус
4. Шар

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

Оболочечными элементам моделируется круглая пластинка, закреплённая по торцевой грани и нагруженная равномерным давлением по поверхности. Какие ограничения по перемещениям необходимо приложить к грани «А» и грани «Б», чтобы модель на рисунке была эквивалентна полной модели?



1. Грань А, линейные перемещения в направлении Y и поворот вокруг оси X
2. Грань Б, линейные перемещения в направлении X и поворот вокруг оси Y
3. Грань А, линейные перемещения в направлении X и поворот вокруг оси Y
4. Грань Б, линейные перемещения в направлении Y и поворот вокруг оси X

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

Выберите допустимые типы конечных элементов для моделирования напряжённо-деформированного состояния заготовки в процессе вытяжки.

1. Балочные элементы
2. Массово-инерционные элементы
3. Оболочечные элементы
4. Твердотельные элементы

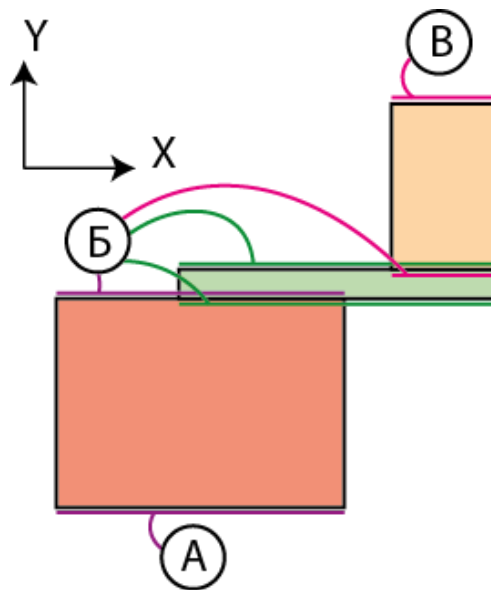
№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Для чего используется анализ сходимости конечно-элементной сетки?

1. Проверка независимости результатов от размера сетки
2. Ускорение времени расчета
3. Оценка точности решения
4. Визуализация деформаций

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

При моделировании вытяжки, расставьте граничные условия для показанных на рисунке групп граней.



- | | |
|------------|---|
| 1. Грань А | А. Полное закрепление по всем степеням свободы |
| 2. Грань Б | Б. Условие контакта |
| 3. Грань В | В. Принудительное перемещение в направлении минус Y |
| | Г. Условие самоконтакта |