

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

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	10	3	108	34	0	0	34	74	0	0	74	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Климкин Владислав Александрович, ассистент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬНОЙ 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-4 — Способен проводить расчётно-экспериментальные исследования прочности элементов космических аппаратов при силовом и температурном воздействиях

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-4

знания:

Основные принципы формирования расчетных моделей на уровне воспроизведения;

Основные принципы формирования расчетных моделей;

Основные этапы решения задач в программных комплексах на уровне понимания;

Общие принципы построения расчетных моделей для последующего их использования в пакетах прикладных программ МКЭ;

умения:

Изложить методы и результаты, связанные с решением прикладных задач МДТТ в пакетах прикладных программ МКЭ;

Моделировать и решать задачи с использованием прикладных программ МКЭ;

навыки:

Самостоятельно формулировать и решать задачи МДТТ в пакетах прикладных программ МКЭ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ В СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ПК-1 — Способен проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части
- ПК-4 — Способен проводить расчётно-экспериментальные исследования прочности элементов космических аппаратов при силовом и температурном воздействиях

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-4
5	10	Раздел 1. Интерфейс прикладных программ МКЭ. Знакомство с интерфейсом программ Ansys Workbench и Ansys Mechanical APDL.	26	8	8	18	25
5	10	Раздел 2. Решение линейных задач механики деформируемого твердого тела в пакетах прикладных программ МКЭ. 2.1 Расчет плоской стержневой конструкции 2.2. Задача расчета прочности изделия машиностроения 2.3. Использование инструментов субмоделинга 2.4. Решение линейных задач устойчивости.	38	12	12	26	40
5	10	Раздел 3. Решение нелинейных задач механики деформируемого твердого тела в пакетах прикладных программ МКЭ. 3.1. Решение задачи поиска собственных форм и частот колебаний 3.2. Нелинейные методы анализа устойчивости конструкции 3.3. Решение контактных задач 3.4. Анализ переходных процессов.	44	14	14	30	35
Всего за 10 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. Интерфейс прикладных программ МКЭ.	Интерфейс программного комплекса ANSYS Mechanical APDL	4
2		Интерфейс программного комплекса ANSYS Workbench	4
3	Раздел 2. Решение линейных задача механики деформируемого твердого тела в пакетах прикладных программ МКЭ.	Расчет плоской стержневой конструкции	4
4		Расчет машиностроительного изделия на прочность. Изделие выбирается по теме УНИРС или дипломного проекта	4
5		Расчет перепускного клапана. Оценка НДС в зонах концентрации напряжений с помощью инструментов подмоделирования	2
6		Анализ устойчивости ферменной конструкции	2
7	Раздел 3. Решение нелинейных задача механики деформируемого твердого тела в пакетах прикладных программ МКЭ.	Решение задачи процесса раскрыва конструкций	4
8		Поиск собственных форм и частот конструкции ферменного и герметичного отсека	4
9		Анализ устойчивости конструкции герметичного отсека	2
10		Решение задачи соударения элементов раскрывающихся конструкций	4
Всего за 10 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Интерфейс прикладных программ МКЭ.	Подготовка к опросу	8
2		Подготовка к практическим занятиям	10
3	Раздел 2. Решение линейных задач механики деформируемого	Подготовка к	10

	твердого тела в пакетах прикладных программ МКЭ.	практическим занятиям	
4		Выполнение домашнего задания №1,2	16
5	Раздел 3. Решение нелинейных задач механики деформируемого твердого тела в пакетах прикладных программ МКЭ.	Подготовка к практическим занятиям	10
6		Выполнение домашнего задания №3,4	20
Всего за 10 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
10				ОС		ДР		ОС		ДР		ОС		ДЗ		ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ОС – устный опрос студентов;
- ДЗ – домашнее задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. . ANSYS в руках инженера. М.: УРСС, 2003, эл. рес.
2. А. В. Дарков, В. А. Шапошников. . Строительная механика. СПб.: Лань, 2010, эл. рес.
3. В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench. Самара: Изд-во СамГТУ, 2013, эл. рес.
4. Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. . Основы работы в ANSYS 17. М.: ДМК Пресс, 2017, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. . ANSYS в руках инженера. М.: УРСС, 2003, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://urait.ru> — 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:

1. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

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. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

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 **АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-4 Способен проводить расчётно-экспериментальные исследования прочности элементов космических аппаратов при силовом и температурном воздействиях.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с использованием различных программных пакетов для реализации метода конечных элементов с целью проведения различных расчетов (прочностных, тепловых, и тд.).

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный 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. Интерфейс прикладных программ МКЭ.		
Подготовка к опросу	А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. . ANSYS в руках инженера: М.: УРСС, 2003 (Часть 2, глава 1)	8
Подготовка к практическим занятиям	Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. . Основы работы в ANSYS 17: М.: ДМК Пресс, 2017 (2) В. А. Бруяка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (2)	10
Итого по разделу 1		18
Раздел 2. Решение линейных задача механики деформируемого твердого тела в пакетах прикладных программ МКЭ.		
Подготовка к практическим занятиям	А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. . ANSYS в руках инженера: М.: УРСС, 2003 (Часть 2, глава 2) В. А. Бруяка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (4-6)	10
Выполнение домашнего задания №1,2	А. В. Дарков, В. А. Шапошников. . Строительная механика: СПб.: Лань, 2010 (2-8)	16
Итого по разделу 2		26
Раздел 3. Решение нелинейных задача механики деформируемого твердого тела в пакетах прикладных программ МКЭ.		
Подготовка к практическим занятиям	А. В. Дарков, В. А. Шапошников. . Строительная механика: СПб.: Лань, 2010 (10)	10
Выполнение домашнего задания №3,4		20
Итого по разделу 3		30

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- дифференцированный 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.

Устный опрос студентов

Обучающемуся задаются вопросы по учебным материалам соответствующих разделов программы дисциплины. Перечень вопросов представлен в состав УМК дисциплины.

"Сдано" - получен верный ответ на вопрос преподавателя.

"Не сдано" - отсутствие верного ответа на вопрос преподавателя.

Домашнее задание

Рабочей программой предусмотрено 4 домашних задания по разделам дисциплины. Комплект домашних заданий входит в состав УМК дисциплины.

Домашнее задание считается принятым при выполнении всех следующих критериев:

- правильность результатов расчета;
- правильность выполнения графической части задания;
- правильность оформления отчета (структурная упорядоченность, наличие всех необходимых разделов);
- допускаются незначительные исправления в отчете.

Домашнее задание не может быть принято и подлежит доработке в случае:

- ошибок в расчетах и при оформлении графического материала;
- небрежного и безграмотного оформления отчета.

При сдаче домашнего задания предусматриваются ответы студента на вопросы преподавателя. Критерии оценивания:

- «отлично»: Студент дал полный ответ на 2 основных вопроса и возможные дополнительные вопросы;
- «хорошо»: Студент ответил на 2 основных вопроса с незначительными погрешностями и дал неполные ответы на дополнительные вопросы;
- «удовлетворительно»: Студент дал неполные ответы на 2 основных вопроса и не ответил на отдельные дополнительные вопросы;
- «неудовлетворительно»: Студент не ответил на три вопроса преподавателя. Работа подлежит повторной сдаче.

Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет оформляется по результатам выполнения предусмотренных рабочей программой контрольных мероприятий.

Оценка за дифференцированный зачет определяется на основе среднего арифметического оценок, полученных при сдаче контрольных мероприятий.

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-4	
5	10	Раздел 1. Интерфейс прикладных программ МКЭ.	26	8	8	18	25	Устный опрос студентов
5	10	Раздел 2. Решение линейных задач механики деформируемого твердого тела в пакетах прикладных программ МКЭ.	38	12	12	26	40	Домашнее задание
5	10	Раздел 3. Решение нелинейных задач механики деформируемого твердого тела в пакетах прикладных программ МКЭ.	44	14	14	30	35	Домашнее задание
Всего за 10 семестр			108	34	34	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	34	74	100	

Оценочные материалы по дисциплине АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

ПК-4 - Способен проводить расчётно-экспериментальные исследования прочности элементов космических аппаратов при силовом и температурном воздействиях

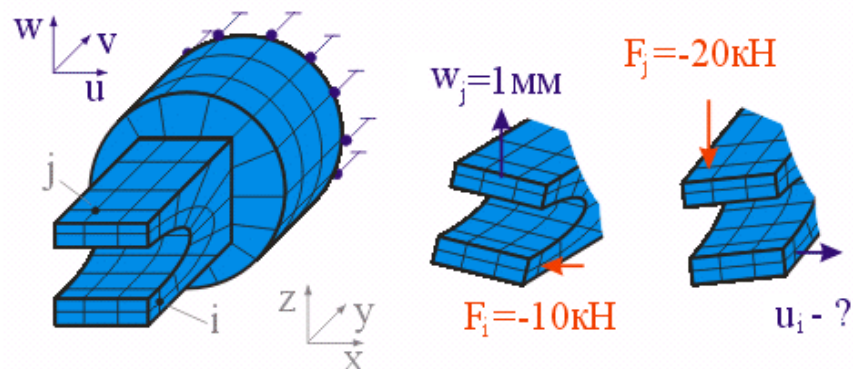
№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Принципы метода конечных элементов

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

Расчет МКЭ показал, что сила F_i вызывает смещение узла j на 1 мм.

Какое значение смещения узла i (мм), если сила - 20 кН действует в узле j ?

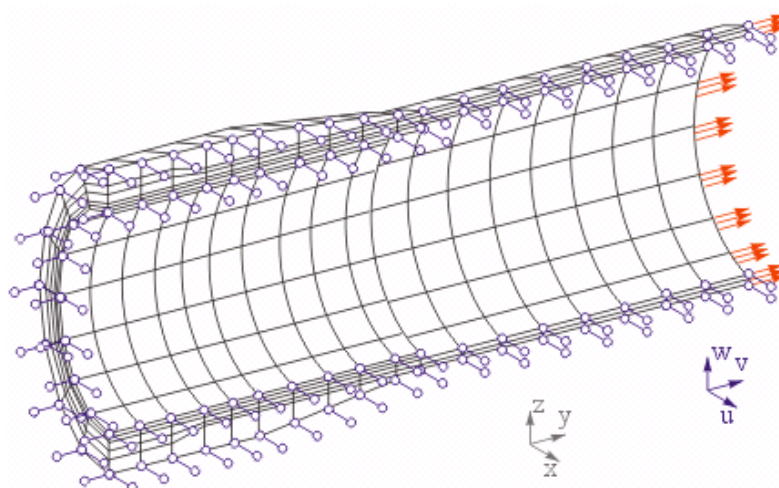


- A. 5 мм
- B. -2 мм
- C. 0,4 мм
- D. 2 мм

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

В модели 520 узлов и 800 конечных элементов. 50 узлов "жестко" закреплены, а другие 100 закреплены только от смещений по оси X. В каждом узле 3 степени свободы.

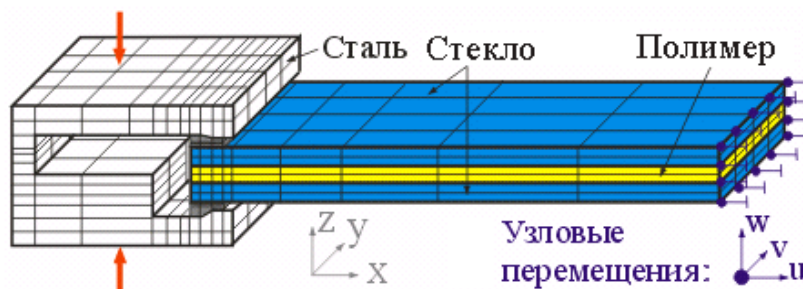
Чему равно число неизвестных модели?



- A. 470
- B. 1310
- C. 1810
- D. 420

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

Какой из параметров конечно-элементной модели наибольший?



- A. Число степеней свободы;
- B. Количество узлов;
- C. Количество конечных элементов;
- D. Количество граничных условий.

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Опишите последовательность действий при использовании МКЭ:

- 1) Построение математической модели задачи – в случае МКЭ в форме метода перемещений чаще всего используется вариационный принцип Лагранжа (условие минимума потенциальной энергии системы) и введение аппроксимирующих функций;
- 2) Дискретизация рассматриваемой конструкции, т. е. замена непрерывной области совокупностью КЭ заданной формы, соединенных между собой в узлах конечным числом связей;
- 3) Учет граничных условий для рассматриваемой области путем корректировки глобальной матрицы жесткости и вектора нагрузки;
- 4) Построение матриц жесткости и векторов нагрузки (приведение местной нагрузки к узловой) для каждого КЭ, формирование глобальной матрицы жесткости и вектора узловых сил;
- 5) Решение полученной системы алгебраических уравнений, и определение НДС с анализом результатов.

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между методами решения (1-5) и типами задач (A-D), для которых они наиболее подходят:

Методы решения	Типы задач
1. Метод Ньютона-Рафсона	A. Линейный статический анализ
2. Метод сопряжённых градиентов	B. Контактные задачи с трением
3. Явные схемы интегрирования	C. Геометрически нелинейный анализ
4. Метод дополнительных Лагранжа	D. Динамический анализ (удар, вибрация)
5. LDLT-разложение	

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между критериями прочности (1-5) и типами материалов/условий (A-E), для которых они справедливы:

Критерии прочности	Материалы/Условия
--------------------	-------------------

Критерии прочности	Материалы/Условия
1. Критерий фон Мизеса	A. Хрупкие материалы (стекло, керамика)
2. Критерий Треска	B. Усталостное разрушение
3. Критерий Мора-Кулона	C. Пластичные материалы (металлы)
4. Критерий Гудмана	D. Чистый сдвиг
5. Критерий максимальных напряжений	

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильный порядок этапов работы в программном комплексе для конечно-элементного анализа:

1. Назначение граничных условий и нагрузок
2. Подготовка геометрической модели
3. Визуализация и анализ результатов
4. Генерация конечно-элементной сетки
5. Запуск расчета

№ 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие типы элементов используются для дискретизации областей в конечно-элементном анализе?

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

Какие из перечисленных факторов влияют на точность конечно-элементного анализа?

Выберите ВСЕ правильные варианты:

- A. Размер конечных элементов
- B. Цвет интерфейса программы
- C. Правильность задания граничных условий
- D. Выбор типа конечных элементов (линейные/квадратичные)

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

В каких случаях требуется нелинейный анализ?

Выберите ВСЕ правильные варианты:

- A. При наличии пластических деформаций
- B. Для линейно-упругих материалов при малых деформациях
- C. При моделировании контакта между деталями
- D. При анализе больших перемещений конструкций

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

Какие этапы входят в процесс конечно-элементного анализа?

Выберите ВСЕ правильные варианты:

- A. Построение геометрической модели
- B. Генерация конечно-элементной сетки
- C. Изменение цветовой схемы отображения
- D. Задание граничных условий и нагрузок