

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

Направление/специальность подготовки	15.03.01 Машиностроение
Специализация/профиль/программа подготовки	Компьютерный инжиниринг машиностроительных производств
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

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	7	3	108	68	17	17	34	40	0	0	40	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**15.03.01 Машиностроение**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Брытков Евгений Владимирович, старший преподаватель

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., доц.

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., доц.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ  
ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

**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-2.1 — Способен проводить анализ технологических процессов механосборочного производства с целью выявления операций, подлежащих автоматизации и механизации

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-2.1**

*знания:*

активно применяет технологии CAD/CAE;

*умения:*

использует модели поведения механических систем;

*навыки:*

решает производственные проектно-конструкторские задачи (учебные аналоги).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕХНОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ 3-D МОДЕЛЕЙ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**.

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

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-13 — Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения
- ПК-2.2 — Способен внедрять средства автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства

### 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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-2.1
4	7	Раздел 1. Численное моделирование динамики механических систем. 1.1 Динамические процессы после остановки системы. 1.2 Динамические процессы при постоянной возмущающей силе. 1.3. Колебания.	37	24	6	6	12	13	33
4	7	Раздел 2. Компьютерное моделирование элементов конструкции при динамическом воздействии. Проведение модального анализа конструкции. Задание гармонического воздействия на изделие. Построение амплитудно-частотной характеристики. Расчёты методом суперпозиции и полным методом. Анализ отклика конструкции на действие случайных вибрационных нагрузок. Анализ отклика конструкции на ударное воздействие в виде одиночного удара методом суперпозиции.	37	24	6	6	12	13	33
4	7	Раздел 3. Анализ динамики механических систем. Анализ результатов динамического взаимодействия Оценка возможных последствий.	34	20	5	5	10	14	34
Всего за 7 семестр			108	68	17	17	34	40	100
Всего по дисциплине			108	68	17	17	34	40	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Численное моделирование динамики механических систем.	Силы трения в механической системе. Колебания тел без учёта вязкого демпфирования.	12
2	Раздел 2. Компьютерное моделирование элементов конструкции при динамическом воздействии.	Численное моделирование динамического воздействия	12
3	Раздел 3. Анализ динамики механических систем.	Изучение последствий и итоги динамического взаимодействия	10
Всего за 7 семестр			34

#### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Численное моделирование динамики механических систем.	Численное моделирование задачи динамического взаимодействия элементов конструкции	6
2	Раздел 2. Компьютерное моделирование элементов конструкции при динамическом воздействии.	Анализ результатов динамического воздействия с оценкой возможных последствий	6
3	Раздел 3. Анализ динамики механических систем.	Подготовка и представление результатов решения задачи динамического взаимодействия	5
Всего за 7 семестр			17

#### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Численное моделирование	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц	13

	динамики механических систем.		
2	Раздел 2. Компьютерное моделирование элементов конструкции при динамическом воздействии.	Выполнение курсовой работы, включающей в себя графическое моделирование и прочностной расчет конструкций с последующим анализом полученных данных. Самостоятельное углубленное изучение материалов по ANSYS Workbench.	13
3	Раздел 3. Анализ динамики механических систем.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц	7
4		Выполненное и оформление ДЗ	7
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>40</b>

#### 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
7			ЛР			ДР			ЛР	ДР					Вопр. Экз	ДР	Отч. по ЛР

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Е. А. Солдусова. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench. Самара: Изд-во СамГТУ, 2010, эл. рес.
2. В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
3. И. И. Вульфсон. . Динамика машин. Колебания. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
4. Нелинейные колебания. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 120 экз.

### 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 Лань.

### 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](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;
2. Ansys Multiphysics 2019 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. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
3. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
3. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

### **6.4. 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 ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-2.1 Способен проводить анализ технологических процессов механосборочного производства с целью выявления операций, подлежащих автоматизации и механизации.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с численным решением динамических задач механики деформируемого твердого тела.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Численное моделирование динамики механических систем.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц	И. И. Вульфсон. . Динамика машин. Колебания: Москва: Юрайт, 2020 (1)	13
Итого по разделу 1		13
<b>Раздел 2. Компьютерное моделирование элементов конструкции при динамическом воздействии.</b>		
Выполнение курсовой работы, включающей в себя графическое моделирование и прочностной расчет конструкций с последующим анализом полученных данных. Самостоятельное углубленное изучение материалов по ANSYS Workbench.	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (6-9) Нелинейные колебания: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (11) В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Е. А. Солдусова. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Самара: Изд-во СамГТУ, 2010 (2-3)	13
Итого по разделу 2		13
<b>Раздел 3. Анализ динамики механических систем.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц	И. И. Вульфсон. . Динамика машин. Колебания: Москва: Юрайт, 2020 (2)	7
Выполненное и оформление ДЗ		7
Итого по разделу 3		14

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену;
- отчет по ЛР;
- экзамен.

### 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.

#### Лабораторная работа

Допуск к лабораторной работе - 0, 3, 8 или 10 баллов:

10 баллов – обучающийся в полном объеме раскрывает теоретическое содержание вопросов к лабораторной работе, не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы преподавателя по теме лабораторной работы, аргументированно излагает материал, не допуская ошибок.

8 баллов – обучающийся в целом раскрывает теоретическое содержание вопросов к лабораторной работе, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя по теме лабораторной работы.

3 балла – обучающийся очень поверхностно дал ответы на вопросы, дает неточные определения понятий, допускает логические ошибки при изложении материала, испытывает затруднения при ответе на дополнительные вопросы преподавателя по теме лабораторной работы.

При получении от 3 до 10ти баллов обучающийся допущен к выполнению лабораторной работы.

0 баллов – обучающийся не смог дать ответ ни на один вопрос к лабораторной работе. В этом случае в формате самостоятельной работы обучающийся должен проработать теоретический материал по теме лабораторной работы и повторно получить допуск к лабораторной работе.

Выполнение лабораторной работы и обработка результатов эксперимента - 0, 10 или 20 баллов:

20 баллов – обучающийся самостоятельно или в составе группы, назначенной преподавателем, в установленном порядке и в полном объеме выполнил все этапы лабораторной работы; занес все экспериментальные данные в соответствующий бланк; обработал результаты проведенного эксперимента в установленном порядке, применив необходимый теоретический аппарат и сделал верные выводы в ходе анализа полученных результатов.

10 баллов – обучающийся самостоятельно или в составе группы, назначенной преподавателем, в установленном порядке выполнил все этапы лабораторной работы; занес экспериментальные данные в соответствующий бланк. Однако наблюдались ошибки при обработке результатов или при анализе полученных результатов и формулировании выводов.

0 баллов – обучающийся не выполнил эксперимент в ходе лабораторной работы или не смог получить экспериментальные данные, или не обработал результаты и не сделал выводы.

#### Вопросы к экзамену

Вопросы и задачи расположены в УМК дисциплины, а также в ЭИОС Moodle к курсу

#### Отчет по ЛР

Оформление результатов в виде отчета - 0, 5 или 10 баллов:

10 баллов – отчет о лабораторной работе выполнен и оформлен в соответствии с методическими рекомендациями к выполнению лабораторной работы, отчет сдан преподавателю и (или) загружен в moodle.voenmeh в установленные сроки.

5 баллов – отчет о лабораторной работе выполнен, но не в полном соответствии с методическими рекомендациями; отчет сдан преподавателю и (или) загружен в moodle.voenmeh позже установленного срока.

0 баллов – отчет не выполнен.

### **Экзамен**

Основанием допуска к экзамену является защита лабораторных работ.

Экзамен проходит в тестовой форме и включает в себя ответы на теоретические вопросы (20 шт.).

- 11 и менее правильных ответов – неудовлетворительно
- 12-14 правильных ответов – удовлетворительно;
- 15-17 правильных ответов – хорошо;
- 18-20 правильных ответов – отлично.

Вопросы содержаться в составе системы Moodle и ФОС

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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-2.1	
4	7	Раздел 1. Численное моделирование динамики механических систем.	37	24	6	6	12	13	33	Лабораторная работа
4	7	Раздел 2. Компьютерное моделирование элементов конструкции при динамическом воздействии.	37	24	6	6	12	13	33	Лабораторная работа
4	7	Раздел 3. Анализ динамики механических систем.	34	20	5	5	10	14	34	Отчет по ЛР, Вопросы к экзамену
Всего за 7 семестр			108	68	17	17	34	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	17	17	34	40	100	

**Оценочные материалы по дисциплине ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ  
ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

**ПК-2.1 - Способен проводить анализ технологических процессов механосборочного производства с целью выявления операций, подлежащих автоматизации и механизации**

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Что является исходным объектом для применения МКЭ?
1. Материальное тело
  2. Сетка из границ элементов
  3. Узловые точки
  4. Конечные элементы
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что обозначает команда Split Edges?
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Во сколько этапов, соответственно логике метода, осуществляется решение МКЭ программой ANSYS поставленной краевой задачи?
1. 5
  2. 2
  3. 3
  4. 4
- № 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Чем управляет параметр Time step Controls?
- № 5 Прочитайте текст и установите соответствие
1. При помощи какой команды задается вращение модели относительно оси с заданной угловой скоростью?
  2. Какую функцию выполняет поле Path type?
  3. Что выполняет команда Cut Material?
- A. Angular Velocity
- Б. Задает способ создания линии
- В. Удаление объема выбранного тела
- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие
1. Какой параметр позволяет задавать команда Pressure?
  2. Что позволяет задавать команда Line Pressure?
  3. Назначение поля Scoping Method
- A. Давление на ребрах модели
- Б. Поле определяет способ выбора объектов
- В. Давление на поверхности тела
- № 7 Прочитайте текст и установите последовательность  
Последовательность характеристик прочности на диаграмме растяжения

1. Предел текучести
  2. Предел пропорциональности
  3. Предел прочности
  4. Предел упругости
- № 8 Прочитайте текст и установите последовательность  
Последовательность действий численного моделирования Ansys Workbench
1. Постпроцессинг
  2. Задание начальных и граничных условий. Решение задачи
  3. Препроцессинг
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Что такое степени свободы элемента, модели?
1. Конечное число независимых параметров, определенное в узлах конечно-элементной сетки
  2. Глобальная система координат
  3. Локальная система координат
  4. Конечно-элементная модель
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие два закона упрочнения используются в ANSYS, описывающих изменение поверхности текучести?
1. Кинематическое
  2. Линейное
  3. Изотропное
  4. Билинейное упрочнение
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какой командой можно задавать нагрузку, приложенную к грани или ребру?
1. Contact Sizing
  2. Pressure
  3. Remote Force
  4. Geometry Selection
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
В какой постановке допускается решение динамических задач с применением пакета Ansys Workbench?
1. Эйлера
  2. Лагранжа
  3. SPH
  4. Лагранжа - Эйлера (ALE)