

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(подпись) Суслин А. В.  
ФИО  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ CAD/CAE ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Направление/специальность подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Динамика, прочность машин, приборов, аппаратуры
Уровень высшего образования	Магистратура
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	
5	9	4	144	34	17	0	17	110	0	0	110	экз.
5	10	6	216	34	0	0	34	182	0	18	164	диф. зач.
ВСЕГО		10	360	68	17	0	51	292	0	18	274	

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: 2024

Программу составил:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Беляев Александр Николаевич, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

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

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

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

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

\_\_\_\_\_

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**CAD/CAE ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

**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:

ПСК-1.1 — способность проводить анализ динамики и прочности технических объектов с применением современных расчетных технологий, экспериментальных методов, отраслевых методик, учитывать возможность потери несущей способности, а также влияние усталостных разрушений
ПСК-1.2 — способность учитывать особенности функционирования машин, приборов и аппаратуры при динамических ударных, циклических, температурных нагружениях, механических, акустических, аэро- и гидродинамических, тепловых, электромагнитных и радиационных внешних воздействиях, высоком давлении и вакууме

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-1.1**

*знания:*

История развития и формирования CAD/CAE/CAM/PDM отрасли вокруг основных мировых лидеров.

Основные возможности, системные требования и проблемы совместимости современных отечественных и зарубежных CAD/CAE/CAM-систем.

Основные возможности современных PDM/PLM-систем.

Классификация CAE-систем по их назначению (моделирование задач механики деформируемого твердого тела, моделирование задач механики жидкости и газа, моделирование технологических процессов (литьё, сварка, обработка металлов давлением, аддитивные технологии и т.д.), мультидисциплинарные задачи.

Принцип работы технологии Промышленный интернет вещей (Industrial Internet of Things).

Применение классификации CAD/CAE-систем для выбора программного пакета, необходимого для решения конкретных задач.

Основные отличия отечественных и зарубежных CAE-систем;

*умения:*

Выбор CAD/CAE-системы, подходящей для решения поставленной задачи.

Оценка границ применимости полученной математической модели реальному физическому процессу.

Создавать геометрические и математические модели в CAD/CAE-системах и осуществлять моделирование.

Уметь анализировать результаты моделирования;

*навыки:*

Создание математических моделей мультифизических задач на базе одной из CAE-систем.

Свободная работа в одной из CAE-систем.

### **ПСК-1.2**

*знания:*

Применение классификации CAD/CAE-систем для выбора программного пакета, необходимого для решения конкретных задач;

*умения:*

Проведение расчётов прочности деталей и узлов машин, приборов и аппаратуры при динамических нагрузках, тепловых внешних воздействиях;

*навыки:*

Свободная работа в одной из CAE-систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **CAD/CAE ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений 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: **ДИНАМИКА И УСТОЙЧИВОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 з.е., 360 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		ПСК-1.1	ПСК-1.2
5	9	Раздел 1. CAD/CAE-системы. История развития основных отечественных и зарубежных CAD/CAE-систем. Современные специализированные пакеты для инженеров-технологов Основные возможности представленных программных пакетов.	42	12	6	6	30	20	0
5	9	Раздел 2. PDM/PLM-системы. Рынок PDM/PLM-систем. Основные возможности представленных программных пакетов.	25	5	5	0	20	10	0
5	9	Раздел 3. ANSYS Inc. ANSYS как лидер CAE-отрасли. ANSYS Workbench. ANSYS SCADE. ANSYS AIM, ANSYS Discovery Live и ANSYS SpaceClaim. Цифровой двойник и Интернет вещей.	77	17	6	11	60	10	20
Всего за 9 семестр			144	34	17	17	110	40	20
5	10	Раздел 4. Компьютерное моделирование изделий машиностроения. Компьютерное моделирование изделий машиностроения.	216	34	0	34	182	60	80
Всего за 10 семестр			216	34	0	34	182	60	80
Всего по дисциплине			360	68	17	51	292	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. CAD/CAE-системы.	Основы работы в ANSYS Workbench Геометрическое моделирование в модуле SpaceClaim Управление материалами и их свойствами в модуле Engineering Data Генерация конечно-элементной сетки	6
2	Раздел 3. ANSYS Inc.	Нагрузки и граничные условия. Настройка решателя	2
3		Использование APDL-команд в ANSYS Workbench	3
4		Модуль Static Structural. Моделирование болтового соединения. Расчёт жёсткости деталей и узлов машин, приборов и аппаратуры. Подмоделирование.	6
Всего за 9 семестр			17
5	Раздел 4. Компьютерное моделирование изделий машиностроения.	Модуль Modal. Проведение модального анализа конструкции	6
6		Модуль Harmonic Response. Задание гармонического воздействия на изделие. Построение амплитудно-частотной характеристики. Расчёты методом суперпозиции и полным методом	8
7		Модуль Random Vibration. Анализ отклика конструкции на действие случайных вибрационных нагрузок	6
8		Модуль Transient Structural. Анализ отклика конструкции на ударное воздействие в виде одиночного удара методом суперпозиции	4
9		Модуль Steady-State Thermal/Transient Thermal. Анализ установившегося/нестационарного теплового поля	2
10		Анализ напряженно-деформированного состояния конструкции при тепловом воздействии в ANSYS Workbench	4
11		Модуль Eigenvalue Buckling. Анализ потери устойчивости	4
Всего за 10 семестр			34

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (CPC)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. CAD/CAE-системы.	Самостоятельное углубленное изучение материалов по программным комплексам, не отмеченным на лекциях	30
2	Раздел 2. PDM/PLM-системы.	Самостоятельное углубленное изучение материалов по программным комплексам, не отмеченных на лекциях.	20
3	Раздел 3. ANSYS Inc.	Самостоятельное углубленное изучение материалов по методу конечных элементов	20
4		Самостоятельное углубленное изучение генерации конечно-элементной сетки	40
Всего за 9 семестр			110
5	Раздел 4. Компьютерное моделирование изделий машиностроения.	Выполнение курсовой работы, включающей в себя графическое моделирование и прочностной расчет конструкций с последующим анализом полученных данных.Самостоятельное углубленное изучение материалов по ANSYS Workbench.	182
Всего за 10 семестр			182

#### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Расчёт собственных частот печатной платы, построение амплитудно-частотной характеристики	1 - 5	6
Этап 2. Расчёт печатной платы на прочность при действии гармонической вибрации	6 - 9	4
Этап 3. Расчёт платы на прочность при действии широкополосной случайной вибрации	10 - 12	2
Этап 4. Расчёт платы на прочность при действии одиночного удара. Составление сводного отчёта по всей КР, защита	13 - 17	6
Всего за 10 семестр		18

#### 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					ВРЗД	ДР			ВРЗД	ДР					ВРЗД	ДР	
10					КР	ДР			КР	ДР		КР				ДР	КР, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- КР – курсовая работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- курсовая работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. И. Боровков, С. Ф. Бурдаков, О. И. Клявин. . Компьютерный инжиниринг. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012, эл. рес.
2. В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Е. А. Солдусова. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench. Самара: Изд-во СамГТУ, 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:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — 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»;
3. <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 2020 R2.

### 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. Интерактивная доска;
2. ANSYS 2020 R2.

### **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 **CAD/CAE ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений 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 **Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.1 способность проводить анализ динамики и прочности технических объектов с применением современных расчетных технологий, экспериментальных методов, отраслевых методик, учитывать возможность потери несущей способности, а также влияние усталостных разрушений;

ПСК-1.2 способность учитывать особенности функционирования машин, приборов и аппаратуры при динамических ударных, циклических, температурных нагружениях, механических, акустических, аэро- и гидродинамических, тепловых, электромагнитных и радиационных внешних воздействиях, высоком давлении и вакууме.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением истории развития и основных возможностей современных отечественных и зарубежных CAD/CAE/CAM/PDM-систем и формированием навыков работы в CAD/CAE-системах.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- курсовая работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **10 з.е., 360 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**292 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 360 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 292 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. CAD/CAE-системы.		
Самостоятельное углубленное изучение материалов по программным комплексам, не отмеченным на лекциях	В. А. Бруяка, В. Г. Фокин, Е. А. Солдусова. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Самара: Изд-во СамГТУ, 2010 (1-6) А. И. Боровков, С. Ф. Бурдаков, О. И. Клявин. . Компьютерный инжиниринг: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012 (1-2)	30
Итого по разделу 1		30
Раздел 2. PDM/PLM-системы.		
Самостоятельное углубленное изучение материалов по программным комплексам, не отмеченных на лекциях.	А. И. Боровков, С. Ф. Бурдаков, О. И. Клявин. . Компьютерный инжиниринг: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012 (2)	20
Итого по разделу 2		20
Раздел 3. ANSYS Inc.		
Самостоятельное углубленное изучение материалов по методу конечных элементов	А. И. Боровков, С. Ф. Бурдаков, О. И. Клявин. . Компьютерный инжиниринг: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012 (2-4) В. А. Бруяка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (1-6)	20
Самостоятельное углубленное изучение генерации конечно-элементной сетки		40
Итого по разделу 3		60
Раздел 4. Компьютерное моделирование изделий машиностроения.		
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. А. Бруяка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (1-6) Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. . Основы работы в ANSYS 17: М.: ДМК Пресс, 2017 (2-4)	182
Итого по разделу 4		182

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- курсовая работа;
- экзамен;
- 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.

#### Вопросы по разделу

Усвоение рассмотренного материала контролируется вопросами преподавателя. Обучающемуся устно задается 3 вопроса по каждому разделу.

#### Курсовая работа

Тема курсовой работы: "Оценка прочности печатной платы при действии динамических нагрузок". Геометрическая модель печатной платы разрабатывается студентом самостоятельно на основе реально существующих прототипов

Оценка «отлично» - работа носит исследовательский характер, теоретическая часть грамотно изложена, расчеты выполнены верно и в полном объеме. Оформление соответствует действующим стандартам, представленный материал содержит достаточный объем, анализ результатов, выводы и обоснованные рекомендации. Качество защиты: подготовленность устного выступления, правильность ответов на вопросы.

Оценка «хорошо» - работа носит исследовательский характер, теоретическая часть не полностью раскрыта, расчеты выполнены с недочетами. При защите студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

Оценка «удовлетворительно» - работа носит описательный характер, присутствующие теоретический и расчетный разделы недостаточны. Анализ результатов носит поверхностный характер, выводы и рекомендации не обоснованы. При защите студент проявляет неуверенность, демонстрирует слабые знания темы, не всегда дает исчерпывающие и аргументированные ответы на заданные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» - работа не соответствует заявленной теме, отсутствует анализ представляемых результатов. Выводы не соответствуют изложенному материалу или отсутствуют. При защите студент демонстрирует незнание темы, затрудняется отвечать или допускает существенные ошибки при ответах на заданные вопросы.

#### Экзамен

Экзамен включает в себя ответ на теоретический вопрос и решение практического задания. Вопросы и примеры практических заданий размещены в составе УМК по дисциплине.

Оценка "отлично" - студент демонстрирует: свободное владение профессиональной терминологией; высокий уровень теоретических знаний и умение использовать их для решения практических задач; исчерпывающее последовательное, обоснованное и логически стройное изложение ответа, без ошибок. Речь студента грамотная, лаконичная, с правильной расстановкой акцентов. Студент готов отвечать на дополнительные вопросы.

Оценка "хорошо" - студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует основными понятиями. Умеет решать практические задачи, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно.

Оценку "хорошо" можно получить, набрав 75-84 балла за выполнение диагностических работ, практических заданий и посещение занятий (см. технологическую карту)

Оценка "удовлетворительно" - студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при решении практического задания

Оценку "удовлетворительно" можно получить, набрав 51-74 балла за выполнение диагностических работ, практических заданий и посещение занятий (см. технологическую карту)

Оценка "неудовлетворительно" - студент показывает слабый уровень теоретических знаний, не может решить практическую задачу.

Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на дополнительные вопросы или затрудняется с ответом на них

#### Дифференцированный зачет

Основанием для получения дифференцированного зачета является наличие сданной курсовой работы.

Оценка за дифференцированный зачет соответствует оценке за курсовую работу

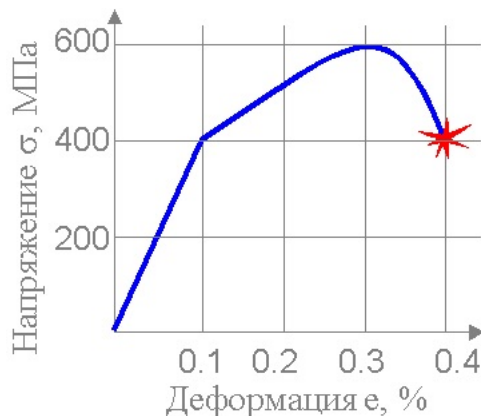
КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-1.1	ПСК-1.2	
5	9	Раздел 1. CAD/CAE-системы.	42	12	6	6	30	20	0	Вопросы по разделу
5	9	Раздел 2. PDM/PLM-системы.	25	5	5	0	20	10	0	Вопросы по разделу
5	9	Раздел 3. ANSYS Inc.	77	17	6	11	60	10	20	Вопросы по разделу
Всего за 9 семестр			144	34	17	17	110	40	20	
5	10	Раздел 4. Компьютерное моделирование изделий машиностроения.	216	34	0	34	182	60	80	Курсовая работа
Всего за 10 семестр			216	34	0	34	182	60	80	
Всего по дисциплине			360	68	17	51	292	100	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-1.1

Вопросы открытого типа:

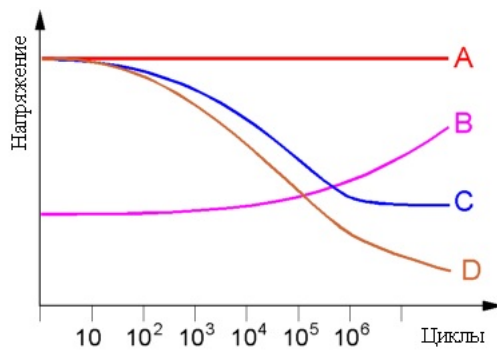
- № 1 Основная функция CAD-систем
- № 2 Основная функция CAE-систем
- № 3 ANSYS Mechanical. Укажите все линейные типы контактов
- № 4 ANSYS Workbench. Static Structural – это ...
- № 5 ANSYS Mechanical. Модель контакта, в которой не допускается разделение целевой и контактной частей, но разрешено небольшое проскальзывание контактной поверхности
- № 6 По представленной диаграмме определить модуль упругости материала. Ответ дать в ГПа



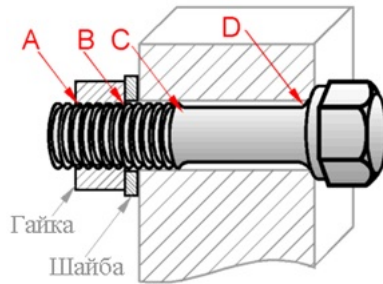
- № 7 Вынужденные колебания являются ...
- № 8 Чему равна величина коэффициента асимметрии цикла R, если максимальные напряжения равны 200 МПа, а средние - 125 МПа?
- № 9 Что такое эквивалентное напряжение?
- № 10 Какой метод расчёта контактного взаимодействия имеет степень свободы контактное давление?

Вопросы закрытого типа:

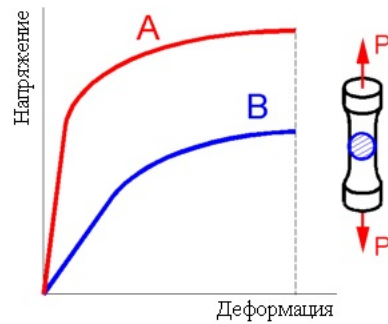
- № 1 Какие виды инженерного анализа можно проводить в программном комплексе ANSYS?
  - механика деформируемого твёрдого тела;
  - анализ процессов горения;
  - электродинамика;
  - все ответы верные.
- № 2 ANSYS Mechanical. Граничное условие Frictionless Support ...
  - запрещает перемещения по всем направлениям;
  - запрещает перемещения по направлениям;
  - запрещает перемещение по нормали к выбранной поверхности;
  - запрещает перемещения в радиальном, окружном и осевом направлениях для цилиндрических поверхностей.
- № 3 ANSYS Mechanical. Каким способом можно задать большинство типов нагрузок?
  - в виде фиксированного значения;
  - в табличной форме;
  - в виде функциональной зависимости;
  - все ответы верные.
- № 4 ANSYS Mechanical. Граничное условие Fixed Support ...
  - исключает все линейные и вращательные перемещения выбранных вершин, рёбер, поверхностей;
  - исключает перемещение по нормали к выбранной поверхности;
  - исключает сжатие и применяется к поверхности;
  - реализует цилиндрическое закрепление и может быть применено к цилиндрической поверхности.
- № 5 Какие виды напряжений позволяет рассчитывать и визуализировать ANSYS?
  - Equivalent (von Mises) – эквивалентные напряжения;
  - Normal – нормальные напряжения;
  - Maximum Shear – максимальное касательное напряжение;
  - все ответы верные.
- № 6 Какая кривая на графике является типичной кривой усталости для алюминиевого сплава?



№ 7 Где наиболее вероятно усталостное или хрупкое разрушение?



№ 8

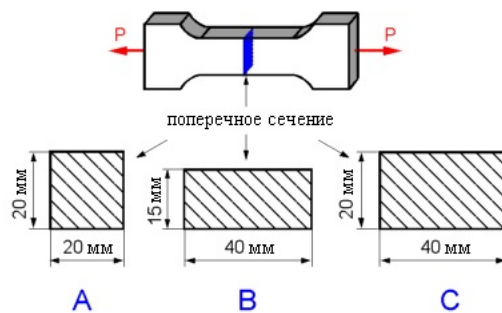


Два геометрически идентичных образца были растянуты до одинаковой деформации, а затем разгружены. Какой из образцов длиннее после разгрузки?

- A;
- B;
- образцы одинаковы.

№ 9 Разрушение трёх образцов с различным поперечным сечением произошло при одинаковой нагрузке. Материал какого образца имеет самый высокий предел прочности?

- A;
- B;
- C;
- предел прочности для всех образцов одинаков.



№ 10 Модальный анализ в ANSYS Mechanical поддерживает следующие виды нелинейностей

- нелинейные граничные условия;
- нелинейное поведение материала;

- нелинейные контакты;
- все вышеперечисленные;
- среди указанных вариантов нет правильного ответа.

#### ПСК-1.2

Вопросы открытого типа:

- № 1 ANSYS Mechanical. Для чего служит опция Weak Spring?
- № 2 Как влияют абсолютные размеры поперечного сечения детали на значение предела выносливости?
- № 3 Как влияет качество обработки поверхности детали на предел выносливости?
- № 4 Какие ограничения на связанное тело накладывает идеально гладкий шаровой шарнир?
- № 5 Как называется способность конструкции сопротивляться упругим деформациям?
- № 6 Какой продукт ANSYS, Inc. включает в себя решения для проектирования критических систем и встроенного программного обеспечения?
- № 7 Какой продукт ANSYS, Inc. реализует трёхмерное моделирование электромагнитного поля методом конечных элементов?
- № 8 Теплообмен движущимися массами воздуха у нагретых или охлажденных поверхностей – это
- № 9 Процесс передачи энергии электромагнитными волнами называется ...
- № 10 Основным методом решения задач механики жидкости и газа является ...

Вопросы закрытого типа:

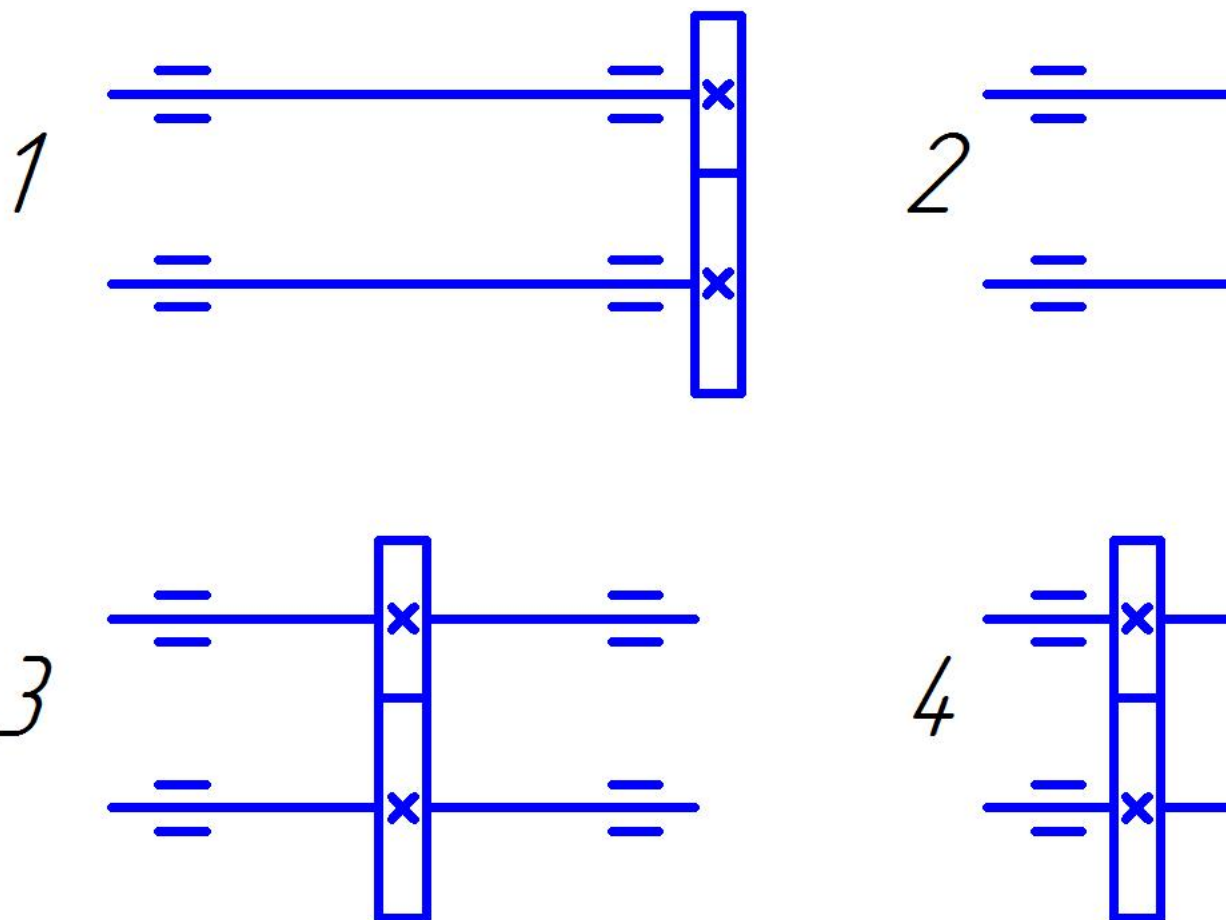
- № 1 Отечественная CAE-система вычислительной гидро- и газовой динамики

- ANSYS Fluent;
- FlowVision;
- XFlow;
- OpenFOAM.

- № 2 ANSYS Mechanical. Какие команды/контакты/граничные условия требуют итерационного нелинейного решения?

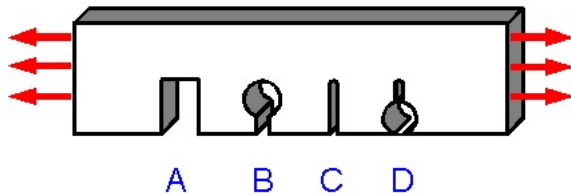
- Compression Only Support;
- Large Deflection;
- контакт Rough;
- все ответы верные.

- № 3 Для какой из приведённых передач следует назначить самый большой коэффициент неравномерности распределения нагрузки по ширине зуб



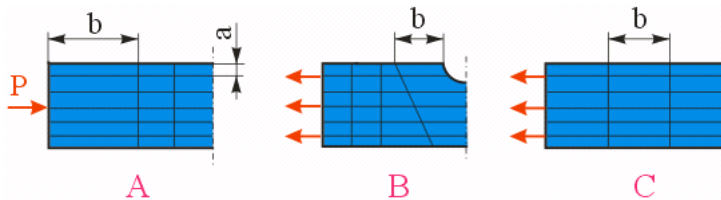
- № 4 Найдите вырез с наименьшей концентрацией напряжений





№ 5 Возможно ли использование «длинных» элементов ( $b/a > 2$ )?

- да, на краях, где приложены силы и закрепления;
- да, в зонах концентрации напряжений;
- да, в области однородных напряжений;
- нет, использование подобных элементов всегда даёт высокую погрешность.



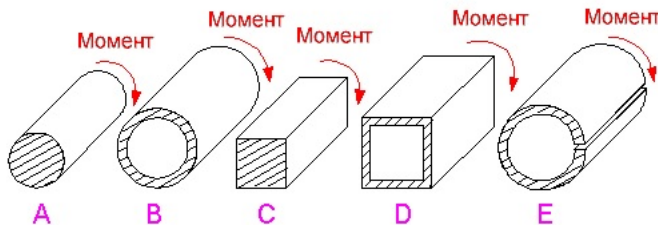
№ 6 От чего зависит частота колебаний пружинного маятника?

- от его массы;
- от ускорения свободного падения;
- от жёсткости пружины;
- от амплитуды колебаний.

№ 7 Какой материал применяется для изготовления пружин?

- Ст3;
- СЧ18;
- сталь 65;
- сталь 10.

№ 8 Все профили имеют одинаковую площадь поперечного сечения. Для какого профиля жёсткость при кручении максимальна?



№ 9 Какие результаты модального анализа можно использовать для последующих количественных оценок в ANSYS Mechanical?

- напряжения;
- перемещения;
- деформации;
- напряжения и деформации;
- напряжения, деформации и перемещения;
- ни один из перечисленных.

№ 10 Вещества, обладающие наименьшей теплопроводностью

- твёрдые;
- жидкие;
- газообразные;
- теплопроводность тел во всех состояниях одинакова.