

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Воткинский филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор

Давыдов И.А.

27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Практикум по расчетам элементов ракеты на вычислительной технике

специальность 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

специализация «Ракетно-космические композитные конструкции»

уровень образования: специалитет

форма обучения: очная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 3 зачетных единиц(ы)

Кафедра: «Естественные науки и информационные технологии»
полное наименование кафедры, представляющей рабочую программу

Составитель: Смирнов Виталий Алексеевич, к.т.н., доцент
Ф.И.О. (полностью), степень, звание

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и рассмотрена на заседании кафедры «Естественные науки и информационные технологии»

Протокол от 12 апреля 2023 № 2

Заведующий кафедрой «Естественные науки и информационные технологии»

[подпись] / К. Б. Сентяков

12.04 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Количество часов рабочей программы и формируемые компетенции соответствуют учебному плану 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Протокол заседания учебно-методической комиссии по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника» от 15.04 2023 г. № 2

Председатель учебно-методической комиссии
по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника»
(шифр и наименование полностью)

[подпись] / Ф. А. Уразбахтин

15.04 2023 г.

Руководитель образовательной программы

[подпись] / Ф. А. Уразбахтин

15.04 2023 г.

Аннотация к дисциплине

<i>Название дисциплины</i>	Практикум по расчетам элементов ракеты на вычислительной технике
<i>Направление подготовки (специальность)</i>	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
<i>Направленность (профиль/программа/специализация)</i>	Ракетно-космические композитные конструкции
<i>Место дисциплины</i>	Блок 1 Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<i>Трудоемкость (з.е. / часы)</i>	3 / 108
<i>Цель изучения дисциплины</i>	Освоение методов проведения автоматизированных инженерных расчетов элементов ракетной техники.
<i>Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины</i>	ПК-2. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику (комплексы ракет-носителей, ракеты космического назначения, ракеты-носители, ракетные блоки и их составные части). ПК-5. Способность находить баллистические, прочностные, жесткостные, термоупругие, диссипативные и теплофизические характеристики современных композитных материалов, определять структурные параметры материалов с заданным набором свойств, а также создавать композитные стержневые и оболочечные элементы
<i>Содержание дисциплины (основные разделы и темы)</i>	Обзор и классификация основных программ для инженерных расчетов. Возможности CAE-систем. Типы расчетов в CAE-системах. Структура и этапы создания структурной модели. Основы метода конечных элементов. Выполнение инженерных расчетов элементов ракетной техники с использованием библиотеки КОМПАС-3D АРМ FEM: расчеты конструкций на прочность, деформации, устойчивость. Автоматизированное проектирование изделий с использованием модулей АРМ WinMachine. Создание расчетной модели. Подготовка к решению. Инструменты визуализации и обработки результатов.
<i>Форма промежуточной аттестации</i>	Зачет – 7 семестр

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является ознакомление с основными методами и современными средствами автоматизации инженерных расчетов (CAE-системами) при проектировании узлов и деталей машин

Задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний по методикам и привитие практических навыков применения автоматизированных расчетов с использованием CAE-систем для решения инженерных задач в области прочностных, тепловых, аэро- и гидродинамических расчетов

2.1. Планируемые результаты обучения:

В результате освоения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы

Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п З	Знания
1	Основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций.
2	Методы проектных и проверочных расчетов изделий.
3	Расчет напряжений, деформаций, теплообмена, распределения магнитного поля, потока жидкостей и других параметров сплошных сред с использованием CAE-систем.

Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п У	Умения
1	Пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства
2	Проектировать и конструировать типовые элементы машин, выполнять их оценку по прочности и жесткости и другим критериям работоспособности
3	Планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере. Оценивать точность и достоверность результатов моделирования
4	Выполнять работу и анализ по расчету напряжений, деформаций, теплообмена, потока жидкостей и других параметров сплошных сред с использованием CAE-систем

Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п Н	Навыки
1	Навыками применения стандартных программных средств в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств
2	Навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля
3	Навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования
4	Навыками оформления результатов исследований и принятия соответствующих решений

Компетенции, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

Компетенции	Индексы компетенций	Знания	Умения	Навыки
<p>ПК-2. Разработка проектной и рабочей конструкторской документации на ракетную технику (комплексы ракет-носителей, ракеты космического назначения, ракеты-носители, ракетные блоки и их составные части)</p>	<p>ПК-2.1. Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструкции изделия ракетной техники (в том числе, ракетные двигатели), а также современные средства автоматизации проектирования ракетной техники; - системы и методы проектирования ракетной техники; - методики проведения технических расчетов при конструировании и составных частей ракетной техники. <p>ПК-2.2. Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - читать проектную и конструкторскую документацию, составлять технические предложения на вновь разрабатываемую ракетную технику и ее составные части, системы и агрегаты; - обрабатывать и анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, использовать их при проектировании двигателей, узлов и агрегатов ракетной техники, ее составных блоков и систем; - применять специальные методики технических расчетов характеристик и параметров конструкции ракетной техники. <p>ПК-2.3. Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подготовки проектов технических предложений, сбора и анализа информации для подготовки эскизных, технических проектов на составные части, системы и агрегаты ракетной техники, технических заданий, конструкторской документации для производства ракетной техники, а также порядка согласования конструктивно-силовых и компоновочных схем конструкции ракетной техники в организации; - разработки графических чертежей, общих компоновок ракетной техники и ее составных блоков и систем, а также формирования и выпуска конструктивно-силовых и компоновочных схем конструкции ракетной техники; - проведения технических расче- 	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4

	<p>тов по ракетной технике и ее составным частям, определения массо-центровочных и инерционных характеристик ракет, а также модельных (оценочных) аэродинамических, гидравлических, тепловых расчетов, расчетов нагружения, прочности и жесткости элементов конструкции ракетной техники.</p>			
<p>ПК-5. Способность находить баллистические, прочностные, жесткостные, термоупругие, диссипативные и теплофизические характеристики современных композитных материалов, определять структурные параметры материалов с заданным набором свойств, а также создавать композитные стержневые и оболочечные элементы</p>	<p>ПК-5.1. Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы расчета и особенности конструирования изделий из пластмасс, полимеров, теплозащитных и композиционных материалов; - типы и характеристики современных полимеров, теплозащитных, композиционных материалов и способов их сочетания, основные виды материалов конструкционного и функционального назначения, а также требования к материалам для различных условий эксплуатации; - традиционные и прогрессивные методы формования изделий из композиционных материалов. <p>ПК-5.2. Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять физические и механические свойства материалов при различных видах испытаний; - выбирать теплозащитные и композиционные материалы, пластмассы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий; - находить необходимые технологические процессы изготовления материалов, исходя из требуемых эксплуатационных свойств. <p>ПК-5.3. Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета физико-механических свойств теплозащитных и композиционного материала в зависимости от свойств компонентов; - самостоятельного выбора полимеров и композиционных материалов для заданных условий эксплуатации; - составления и использования традиционных и новых технологических процессов получения материалов. 	<p>1,2,3</p>	<p>1,2,3,4</p>	<p>1,2,3,4</p>

3. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Информатика, Компьютерная графика. Работа в среде КОМПАС, Сопротивление материалов.

Перечень последующих дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):
Конструирование ракет, Производство ракет, Надежность технических систем.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы					СРС	Содержание самостоятель ной работы
				контактная				СРС		
				лек	пр	лаб	КЧА			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.	Обзор и классификация основных программ для инженерных расчетов. Процесс инженерного анализа. Возможности CAE систем. Типы расчетов в CAE системах. Структура и этапы создания структурной модели. Основы метода конечных элементов.	14	7			4		10	Ответы на вопросы на лекции. Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий	
2.	Система автоматизированного проектирования "КОМПАС". Основные компоненты. Система АРМ FEM. Подготовка геометрической модели. Интеграция проектирования и расчетов.	14	7			6		12	Ответы на вопросы на лекции. Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий	

3.	Создание и работа с конечно-элементными моделями. Структура КЭ-модели. Создание конечно-элементной модели. Работа с полигональной геометрией. КЭ модели сборок. Пример создания конечно-элементной модели изделия.		7			6		12	Ответы на вопросы на лекции. Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий
4.	Система APM FEM WinMachine для автоматизированного расчета и проектирования машин, механизмов и конструкций. Создание расчетной модели. Структура расчетной модели. Система координат. Нагрузки, условия на степени свободы. Подготовка к решению.		7			6		10	Ответы на вопросы на лекции. Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий
5.	Инструменты визуализации и обработки результатов.		7			4		10	Ответы на вопросы на лекции. Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий
6.	Линейный статический анализ. Методы решения системы уравнений равновесия. Решение задачи с учетом линейного контактного		7			2		10	Ответы на вопросы на лекции. Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий

7.	Устойчивость конструкций. Линейный анализ устойчивости. Нелинейный анализ устойчивости.		7		4		10	Ответы на вопросы на лекции. Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий
8	Зачет		7			0,3	1,7	Зачет выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости или проводится в компьютерном центре
9	Всего 7 семестр	108			32	0,3	75,7	

4.2. Содержание разделов курса и формируемых в них компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Коды компетенции	Знания	Умения	Навыки
1	Обзор и классификация основных программ для инженерных расчетов. Процесс инженерного анализа. Возможности САЕ систем. Типы расчетов в САЕ системах. Структура и этапы создания структурной модели. Основы метода конечных элементов.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	3	2	1,3
2	Система автоматизированного проектирования "КОМПАС". Основные компоненты. Система АРМ FEM. Подготовка геометрической модели. Интеграция проектирования и расчетов.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	2	2	1,3
3	Создание и работа с конечно-элементными моделями. Структура КЭ-модели. Создание конечно-элементной модели. Работа с полигональной геометрией. КЭ модели сборок. Пример создания конечно-элементной модели изделия.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	2	2	1,3
4	Система АРМ FEM WinMachine для автоматизированного расчета и проектирования машин, механизмов и конструкций. Создание расчетной модели. Структура расчетной модели. Система координат. Нагрузки, условия на степени свободы. Подготовка к решению.	ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3	1	1,3,4	2,4
5	Инструменты визуализации и обработки	ПК-5.1	2,3	2,4	1

	результатов.	ПК-5.2 ПК-5.3			
6	Линейный статический анализ. Методы решения системы уравнений равновесия. Решение задачи с учетом линейного контактного взаимодействия.	ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3	1,2,3	2,3	1,3,4
7	Устойчивость конструкций. Линейный анализ устойчивости. Нелинейный анализ устойчивости.	ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3	1,2,3	2,3	1,3,4

4.3. Наименование тем лабораторных занятий, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных занятий	Трудоемкость (час)
1	1	Определение погрешности формы при точении нежестких заготовок.	4
2	2	Разработка конструкции и расчет на прочность специального станочного приспособления для фрезерования.	6
3	3	Автоматизированный расчет параметров редуктора.	6
4	4	Изучение и настройка системы APM FEM: прочностной анализ.	4
5	4	Подготовка модели к расчетам. Составление расчетной схемы.	2
6	5	Конечно-элементный анализ в Компас-3D и обработка результатов.	4
7	6	Частотный анализ конструкции.	2
8	7	Анализ устойчивости конструкции.	4
	Всего		32

5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

Для контроля результатов освоения дисциплины проводятся:

- защиты отчетов о выполнении лабораторных работ на все темы учебной дисциплины.
- защиты отчетов о выполнении самостоятельных работ на все темы учебной дисциплины.

Примечание: Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – зачет.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература

1. Звонов, А. О. Системы автоматизации проектирования в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. О. Звонов, А. Г. Янишевская. — Электрон. текстовые данные. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. — 122 с. — 978-5-8149-2372-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78469.html>

2. Иванов, С. Е. Интеллектуальные программные комплексы для технической и технологической подготовки производства. Часть 5. Системы инженерного расчета и анализа деталей и сборочных единиц [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С. Е. Иванов ; под ред. Д. Д. Куликов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2011. — 48 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66465.html>

б) дополнительная литература

3. Колоколов, С. Б. Автоматизированный расчет стержневых конструкций [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ / С. Б. Колоколов. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2005. — 26 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21560.html>

4. Темис, Ю. М. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций методом конечных элементов [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Системы автоматизированного проектирования» / Ю. М. Темис, Х. Х. Азметов ; под ред. И. В. Станкевич. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012. — 53 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31216.html>

5. Абдулхаков, К. А. Расчет на прочность элементов конструкций [Электронный ресурс] : учебное пособие / К. А. Абдулхаков, В. М. Котляр, С. Г. Сидорин. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. — 119 с. — 978-5-7882-1324-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62576.html>

в) методические указания

1. Давыдов И.А. Методические указания по выполнению лабораторной работы «Определение погрешности формы при точении нежестких заготовок». 2016г.

2. Давыдов И.А. Методические указания по выполнению лабораторной работы «ОБЩИЙ РАСЧЕТ ВАЛА В МОДУЛЕ АРМ SHAFT». 2016г.

3. Давыдов И.А. Методические указания по выполнению лабораторной работы «ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ ОБОЛОЧЕЧНОЙ МОДЕЛИ, ПОСТРОЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕДАКТОРА АРМ STUDIO». 2016г.

4. Давыдов И.А. Методические указания по выполнению лабораторной работы «ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСОЛЬНОГО КРАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР АРМ WINMACHINE». 2016г.

5. Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы обучающихся: для обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств/ сост. Р.М. Бакиров, Е.В. Чумакова. – Воткинск: Изд. ВФ ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2019. – 15 с. – Режим доступа: http://vfistu.ru/images/files/Docs/metorg_po_sam_rabote.pdf

6. Оформление контрольных работ, рефератов, курсовых работ и проектов, отчетов по практике, выпускных квалификационных работ: методические указания/ сост.: А.Ю. Уразбахтина, Р.М. Бакиров, В.А. Смирнов – Воткинск: Изд. ВФ ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2018. – 25 с. Режим доступа: http://vfistu.ru/images/files/Docs/metodichka_po_oformleniu_v3.pdf

г) перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет

1. Библиотечная система ФГБОУ ВО ИжГТУ имени М.Т.Калашникова

[http://94.181.117.43/cgi-](http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)

[bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS](http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)

2. ЭБС IPRbooks - учебники и учебные пособия, монографии, производственно-

практические, справочные издания, деловая литература. Ежемесячное пополнение новыми электронными изданиями, периодикой <https://www.iprbookshop.ru/>

3. Библиографическая БД <https://elibrary.ru/>

4. Платформа SpringerLink SpringerNature <https://rd.springer.com/> и <http://materials.springer.com/>

5. База данных zbMath <https://zbmath.org/>

6. Национальная электронная библиотека (НЭБ) <https://rusneb.ru/>

д) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office (лицензионное ПО)
- SMathStudio (свободно распространяемое ПО)
- Онлайн - трансляторы алгоритмических языков программирования
- GPSS world for students (свободно распространяемое ПО)
- Онлайн – калькуляторы различных типов

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Лекционные занятия

Учебные аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации для большой аудитории (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

2. Практические занятия и лабораторные работы

Учебная аудитория (ауд. № 205, адрес: 427430, Удмуртская Республика, г. Воткинск, ул. П.И. Шувалова, д. 1) для практических занятий укомплектована специализированной мебелью и компьютерными средствами обучения (ПК) с доступом к сети Интернет и электронной информационно-образовательной среде ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова».

3. Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова (ауд. № 224, адрес: 427430, Удмуртская Республика, г. Воткинск, ул. П.И. Шувалова, д. 1).

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Воткинский филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т.
Калашникова»
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

Оценочные средства

по дисциплине

Практикум по расчетам элементов ракеты на вычислительной технике
(наименование – полностью)

направление (специальность)

24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-
космических комплексов»
(шифр, наименование – полностью)

направленность (профиль/программа/специализация)

«Ракетно-космические композитные конструкции»
(наименование – полностью)

уровень образования

специалитет

форма обучения

очная

(очная, очно-заочная или заочная)

общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц

1. Оценочные средства

Оценивание формирования компетенций производится на основе результатов обучения, приведенных в п. 2 рабочей программы и ФОС. Связь разделов компетенций, индикаторов и форм контроля (текущего и промежуточного) указаны в таблице 4.2 рабочей программы дисциплины.

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций представлены ниже.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	Обзор и классификация основных программ для инженерных расчетов. Процесс инженерного анализа. Возможности CAE систем. Типы расчетов в CAE системах. Структура и этапы создания структурной модели. Основы метода конечных элементов.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3	Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий.
2.	Система автоматизированного проектирования "КОМПАС". Основные компоненты. Система АРМ FEM. Подготовка геометрической модели. Интеграция проектирования и расчетов.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3	Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий.
3.	Создание и работа с конечно-элементными моделями. Структура КЭ-модели. Создание конечно-элементной модели. Работа с полигональной геометрией. КЭ модели сборок. Пример создания конечно-элементной модели изделия.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3	Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий.
4.	Система АРМ FEM WinMachine для автоматизированного расчета и проектирования машин, механизмов и конструкций. Создание расчетной модели. Структура расчетной модели. Система координат. Нагрузки, условия на степени свободы. Подготовка к решению.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3	Работа на практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий.
5.	Инструменты визуализации и обработки результатов.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3	Ответы на вопросы на лекции.

6.	Линейный статический анализ. Методы решения системы уравнений равновесия. Решение задачи с учетом линейного контактного взаимодействия.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3	Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий.
7.	Устойчивость конструкций. Линейный анализ устойчивости. Нелинейный анализ устойчивости.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3	Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий.
8.			Зачет

- Наименование темы (раздела) или тем (разделов) взяты из рабочей программы дисциплины.

Описание элементов для оценивания формирования компетенций

Наименование: зачет

Перечень вопросов для проведения зачета:

1. Понятие о САПР. Основные элементы.
2. Функции автоматизированных систем научных исследований (CAE – Computer Aided Engineering) при инженерных расчетах.
3. Общая методика проведения инженерного анализа.
4. Определение задачи при инженерном анализе, ее конкретизация.
5. Общая схема процесса построения модели при инженерном анализе.
6. Характеристика этапов применения физических принципов, накопления данных и вычислений при инженерном анализе.
7. Назначение и характеристика этапов проверки и оптимизации при инженерном анализе.
8. Характеристики и основные черты процесса принятия решений при инженерном анализе.
9. Рациональный порядок принятия решений.
10. Моделирование технических систем. Способы моделирования.
11. Мысленное (виртуальное) моделирование технических систем. Особенности, достоинства и недостатки.
12. Физическое моделирование технических систем. Особенности, достоинства и недостатки.
13. Математическое моделирование технических систем. Особенности, достоинства и недостатки.
14. Основные формы представления математических моделей.
15. Уровни математического моделирования технических систем.
16. Общая характеристика пакетов математических расчетов и анализа. Их возможности.
17. Возможности математического пакета MathCAD. Основные особенности работы в нем.
18. Основные группы программ анализа, применяемых при инженерных расчетах в машиностроении.
19. Возможности универсальных программ инженерного анализа машиностроительных конструкций, их разновидности. Основные представители.
20. Последовательность анализа конструкций в CAE-системах (на примере APM FEM).
21. Основные типы материалов, используемых при анализе в CAE-системах.
22. Принцип конечно-элементного анализа (МКЭ) в системах CAE.
23. Типы конечных элементов.
24. Основные разновидности линейных конечных элементов. Их назначение.
25. Основные разновидности плоских конечных элементов. Их назначение.
26. Основные разновидности объемных конечных элементов. Их назначение.
27. Основные способы разбиения модели на конечные элементы.
28. Способы задания граничных условий (условий закрепления).
29. Классификация нагрузок и способы их задания в CAE-системах.

Критерии оценки:

Приведены в разделе 2

Наименование: контрольная работа

Представление в ФОС: набор вариантов заданий

Варианты заданий:

Контрольная работа №1.

Задание 1. Создать 3D модель, рабочий чертеж и выполнить автоматизированный расчет для детали:

Альбом чертежей Аксарина: 02. 000 СБ «Пневмоаппарат клапанный», позиция 2.

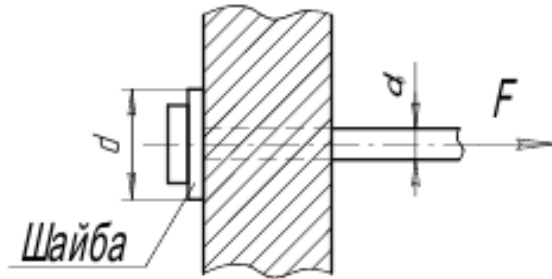
Данный раздел контрольной работы предполагает такие пункты и требования:

- Разработка 3D модели детали,
- Создание ассоциативного чертежа,
- Выполнение автоматизированного расчета нагруженного состояния детали.

Задание 2. Решить задачу аналитически, подтвердить вычисления автоматизированным расчетом в САПР Компас-3D.

- при решении задачи в Компас-3D определить перемещения, напряжения и коэффициент запаса, возникающие в детали.

Стяжка диаметром 25 мм растянута усилием F (см. рисунок), вызывающим в ней напряжение 100 МПа. Чему должен равняться диаметр шайбы d , чтобы давление, передаваемое ею на стену, не превышало 1,4МПа?



Задание 3. Решить задачу аналитически, подтвердить вычисления автоматизированным расчетом в САПР Компас-3D.

- при решении задачи в Компас-3D определить перемещения, напряжения и коэффициент запаса, возникающие в детали.

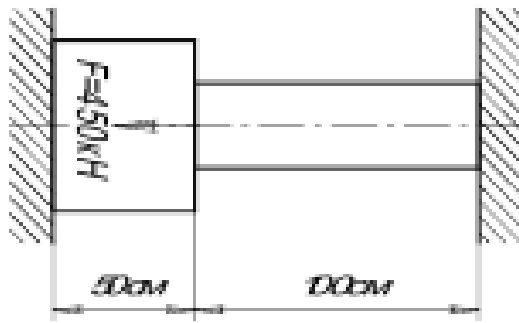
Стержень из малоуглеродистой стали шириной 0,3 м и толщиной 0,015 м ослаблен заклепочным отверстием диаметром 0,023 м, расположенным на оси стержня. Какое растягивающее усилие этот стержень может выдержать, если допускаемое напряжение равно 235МПа?

Контрольная работа №2.

Задание 1. Решить задачу аналитически, подтвердить вычисления автоматизированным расчетом в САПР Компас-3D.

- при решении задачи в Компас-3D определить перемещения, напряжения и коэффициент запаса, возникающие в детали.

Стержень, жестко защемленный двумя концами (см. рисунок), имеет площадь поперечного сечения верхней части 10 см² и нижней части 40 см². Определить напряжения в каждой части стержня.

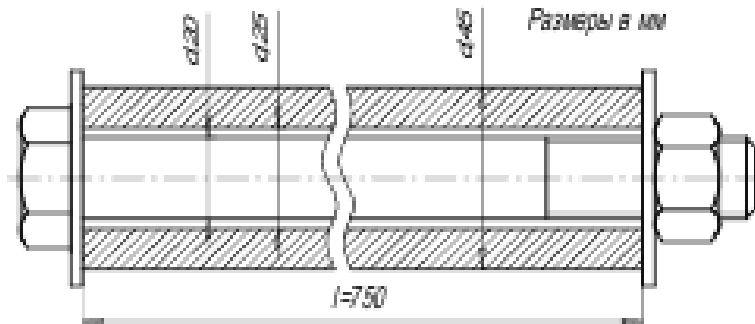


Задание 2. Решить задачу аналитически, подтвердить вычисления автоматизированным расчетом в САПР Компас-3D.

- при решении задачи в Компас-3D определить перемещения, напряжения и коэффициент запаса, возникающие в детали.

Стальной болт пропущен сквозь медную трубку, как показано на рисунке.

Шаг нарезки болта равен 3 мм. Какие напряжения возникают в болте и трубке при завинчивании гайки на 1/4 оборота?



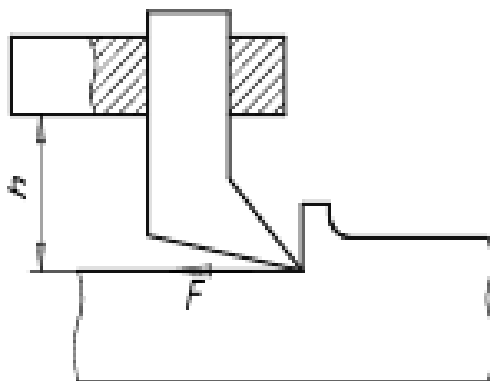
Задание 3. Решить задачу аналитически, подтвердить вычисления автоматизированным расчетом в САПР Компас-3D.

- при решении задачи в Компас-3D определить перемещения, напряжения и коэффициент запаса, возникающие в детали.

При работе строгального станка на резец передается нагрузка $F=2,75$ кН,

вылет резца $h=70$ мм, поперечное сечение прямоугольное 20×15 мм (см. рис.).

Проверить прочность стержня резца, если предел текучести $\sigma_t = 600$ МПа. Определить коэффициент запаса прочности.



Критерии оценки:

Приведены в разделе 2.

2 Критерии оценки:

Уровень освоения компетенции							
Компетенции	Дескрипторы	Вид, форма оценочного мероприятия	Компетенция освоена*				
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно	
ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3	31: Знает основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций .	Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению	
	32: Знает методы проектных и проверочных расчетов изделий.						выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся,
	У1: Умеет пользоваться						

	я инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства.					которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине.
	У2: Умеет проектировать и конструировать типовые элементы машин, выполнять их оценку по прочности и жесткости и другим критериям работоспособности.	Защита лабораторных и практических работ	выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний,	выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем	выставляется студенту, если задание на работу выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение	выставляется студенту, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи. Руководство и помощь со стороны

		<p>Н1: Владеет навыками применения стандартных программных средств в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.</p> <p>Н2: Владеет навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля.</p>		<p>показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.</p>	<p>источники знаний, включая страницы атласа, таблицы приложения к учебнику, страницы справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащегося основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.</p>	<p>задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при решении конкретной задачи.</p>	<p>преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.</p>
--	--	---	--	--	---	---	--

		<p>33: Знает расчет напряжений, деформаций, теплообмена, распределения магнитного поля, потока жидкостей и других параметров сплошных сред с использованием САЕ-систем.</p> <p>У4: Умеет планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере. Оценивать</p>	<p>Работа на лабораторных и практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий</p>	<p>Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.</p>	<p>Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий</p>	<p>Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.</p>	<p>Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению</p>
--	--	--	--	--	--	---	---

		<p>точность и достоверность результатов моделирования.</p> <p>НЗ: Владеет навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования.</p>					
		<p>Дескрипторы</p>	<p>Вид, форма оценочного мероприятия</p>	<p>зачет</p>			<p>незачет</p>

		<p>35: Знает методы проектно-конструкторской работы; подход к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях; общие требования к автоматизированным системам проектирования.</p> <p>У4: Умеет выполнять работу и анализ по расчету напряжений,</p>	зачет	<p>Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.</p>			<p>Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине</p>
--	--	--	-------	---	--	--	---

	<p>деформаций, теплообмена, потока жидкостей и других параметров сплошных сред с использованием CAE-систем.</p> <p>Н4: Владеет навыками оформления результатов исследований и принятия соответствующих решений.</p>					
--	---	--	--	--	--	--