

# 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.

20 20 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине: Системы автоматизации инженерных расчетов

для направления: 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

по профилю: Технология машиностроения

форма обучения: очно-заочная

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 4 зачетных единиц

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		5			
<b>Контактные занятия (всего)</b>	32	32			
В том числе:	-	-			
Лекции	16	16			
Практические занятия (ПЗ)	8	8			
Семинары (С)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)	8	8			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	112	112			
В том числе:	-	-			
Курсовой проект (работа)	-	-			
Расчетно-графические работы	-	-			
Реферат	-	-			
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	-	-			
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	-	зачет			
Общая трудоемкость час	144	144			
зач. ед.	4	4			

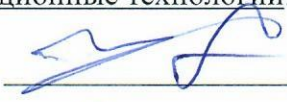
Кафедра – Естественные науки и информационные технологии

Составители – Давыдов Иван Александрович, к.т.н., доцент.

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (уровень бакалавриата), № 1000 от 11.08.2016 и утверждена на заседании кафедры


Протокол от « 16 » 03.2020 № 3

Заведующий кафедрой «Естественные науки и информационные технологии»

  
\_\_\_\_\_ К.Б. Сентяков  
« 16 » 03 2020 г.


## СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению подготовки 15.03.05 – Конструкторско-  
технологическое обеспечение машиностроительных  
производств, профиль – Технология машиностроения

  
\_\_\_\_\_ А.Н. Шельпяков  
« 16 » 03 2020 г.

Количество часов рабочей программы соответствует количеству часов рабочего учебного плана направления подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль – Технология машиностроения

Ведущий специалист учебной части  
ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

  
\_\_\_\_\_ Соловьева Л.Н.  
« 16 » 03 2020 г.

# Аннотация к дисциплине

Название дисциплины		Системы автоматизации инженерных расчетов				
Номер		Академический год			семестр	5
Кафедра		Программа		15.03.05 «Конструкторско – технологическое обеспечение машиностроительных производств» (уровень бакалавриата), профиль – «Технология машиностроения»		
Составитель		Давыдов И.А., к.т.н., доцент				
Цели и задачи дисциплины, основные темы		<p><b>Цели:</b> ознакомление с основными методами и современными средствами автоматизации инженерных расчетов (CAE-системами) при проектировании узлов и деталей машин.</p> <p><b>Задачи:</b> 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.</p> <p><b>Знания:</b> Основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно- деформированного состояния в элементах конструкций, методы проектных и проверочных расчетов изделий. Расчет напряжений, деформаций, теплообмена, распределения магнитного поля, потока жидкостей и других параметров сплошных сред с использованием CAE-систем.</p> <p><b>Умения:</b> Пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства. Проектировать и конструировать типовые элементы машин, выполнять их оценку по прочности и жесткости и другим критериям работоспособности. Планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере. Оценивать точность и достоверность результатов моделирования. Выполнить работу и анализ по расчету напряжений, деформаций, теплообмена, потока жидкостей и других параметров сплошных сред с использованием CAE-систем.</p> <p><b>Навыки:</b> Применение стандартных программных средств в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств. Обработка экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля. Работа с программной системой для математического и имитационного моделирования. Оформление результатов исследований и принятия соответствующих решений.</p> <p><b>Лекции (основные темы):</b> Обзор и классификация основных программ для инженерных расчетов. Применение офисных программ в инженерных расчетах. Система автоматизированного проектирования "КОМПАС". Основные компоненты. 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. Линейный статический анализ.</p> <p><b>Практические работы:</b> Определение погрешности формы при точении нежестких заготовок. Разработка конструкции и расчет на прочность специального станочного приспособления для фрезерования. Автоматизированный расчет параметров редуктора.</p> <p><b>Лабораторные работы:</b> Изучение и настройка системы APM FEM: прочностной анализ. Подготовка модели к расчетам. Составление расчетной схемы. Конечно-элементный анализ в Компас-3D и обработка результатов. Анализ устойчивости конструкции.</p>				
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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/78469.html">http://www.iprbookshop.ru/78469.html</a> 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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/66465.html">http://www.iprbookshop.ru/66465.html</a>				
Технические средства		Учебные аудитории для проведения занятий лекционного, семинарского и лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, для самостоятельной работы студентов.				
Компетенции		Приобретаются студентами при освоении дисциплины				
Профессиональные		ПК-4 Способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа.				
Зачетных единиц	4	Форма проведения занятий	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
		Всего часов - 144	16	8	8	112
Виды контроля	Диф.зач /зач/ экз	КП/КР	Условие зачета дисциплины	Получение оценки «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»	Форма проведения самостоятельной работы	Подготовка к лабораторным занятиям, зачету, выполнение заданий СР
формы	Диф. зачет					
Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения дисциплины			Информатика. Методы компьютерного конструирования. Сопротивление материалов.			



## 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

### **знать:**

- основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций.
- методы проектных и проверочных расчетов изделий.
- расчет напряжений, деформаций, теплообмена, распределения магнитного поля, потока жидкостей и других параметров сплошных сред с использованием CAE-систем.

### **уметь:**

- пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства.
- проектировать и конструировать типовые элементы машин, выполнять их оценку по прочности и жесткости и другим критериям работоспособности.
- планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере. Оценивать точность и достоверность результатов моделирования.
- выполнять работу и анализ по расчету напряжений, деформаций, теплообмена, потока жидкостей и других параметров сплошных сред с использованием CAE-систем.

### **владеть:**

- навыками применения стандартных программных средств в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.
- навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля.
- навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования.
- навыками оформления результатов исследований и принятия соответствующих решений.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Для изучения дисциплины обучающийся должен

### **знать:**

- методы и средства геометрического моделирования технических объектов,
- методы и средства автоматизации выполнения и оформления проектно-конструкторской документации,
- стандартные программные средства для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств,
- правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД,

### **уметь:**

- использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования,
- реализовывать простые алгоритмы имитационного моделирования
- выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления.

**владеть:**

- навыками работы на компьютерной технике с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов;
- навыками оформления проектной и конструкторской деформации в соответствии с требованиями ЕСКД.
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-механических свойств используемых материалов и готовых изделий.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Информатика. Методы компьютерного конструирования. Соппротивление материалов.

**3. Требования к результатам освоения дисциплины:****3.1. Знания, приобретаемые в ходе изучения 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 САЕ-систем

**3.2. 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 САЕ-систем

**3.3. 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

**3.4. Компетенции, приобретаемые в ходе изучения дисциплины**

Компетенции	Знания (№№ из 3.1)	Умения (№№ из 3.2)	Навыки (№№ из 3.3)
<b>ПК-4</b> Способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа.	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

##### 4.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/ п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, (в ауд. часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации
				лек	прак	лаб	СРС*	
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.	5	1 2	2	-	2	14	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.	5	3 4	2	2	-	16	Ответы на вопросы на лекции. Работа на практических и 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.	5	5 6	2	2	2	16	Ответы на вопросы на лекции. Работа на практических и 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.	5	7 8	2	4	-	16	Ответы на вопросы на лекции. Работа на практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий
5	Инструменты визуализации и обработки результатов.	5	9 10	2	-	-	16	Ответы на вопросы на лекции.
6	Линейный статический анализ. Методы решения системы уравнений равновесия. Решение задачи с учетом линейного контактного взаимодействия.	5	11 12	2	-	2	16	Ответы на вопросы на лекции. Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий
7	Устойчивость конструкций. Линейный анализ устойчивости. Нелинейный анализ устойчивости.	5	13 14 15 16	4	-	2	16	Ответы на вопросы на лекции. Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий
	Зачет с оценкой						2	Вопросы и задания на зачет
	Всего за семестр, том числе контроль самостоятельной работы			16	8	8	112	

#### 4.2.Содержание разделов курса

№ п/п	Раздел дисциплины	Знания (номер из 3.1)	Умения (номер из 3.2)	Навыки (номер из 3.3)
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.	3	2	1,3
2	Система автоматизированного проектирования "КОМПАС". Основные компоненты. Система АРМ FEM. Подготовка геометрической модели. Интеграция проектирования и расчетов.	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.	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.	1	1,3,4	2,4
5	Инструменты визуализации и обработки результатов.	2,3	2,4	1
6	Линейный статический анализ. Методы решения системы уравнений равновесия. Решение задачи с учетом линейного контактного взаимодействия.	1,2,3	2,3	1,3,4
7	Устойчивость конструкций. Линейный анализ устойчивости. Нелинейный анализ устойчивости.	1,2,3	2,3	1,3,4

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

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоем- кость (час)
1	2	Определение погрешности формы при точении нежестких заготовок.	2
2	3	Разработка конструкции и расчет на прочность специального станочного приспособления для фрезерования.	2
3	4	Автоматизированный расчет параметров редуктора.	4
	<b>Всего</b>		<b>8</b>

#### 4.4.Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоем- кость (час)
1	1	Изучение и настройка системы АРМ FEM: прочностной анализ.	2
2	3	Конечно-элементный анализ в Компас-3D и обработка результатов.	2
3	6	Частотный анализ конструкции.	2
4	7	Анализ устойчивости конструкции.	2
	<b>Всего</b>		<b>8</b>

#### 4.5.Рекомендуемые образовательные технологии

Для проработки и закрепления лекционного материала по дисциплине «Методы компьютерного конструирования» применяются традиционная, интерактивная и инновационная технологии обучения:

№	Технология
1	Комплект электронных учебных пособий, самоучителей
2	Презентации по каждой теме курса. Использование компьютеров с программными комплексами для освоения знаний и навыков по дисциплине
3	Индивидуальные задания для лабораторных работ

### 5. Содержание самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 5.1.Содержание самостоятельной работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование тем	Трудоемкость (час)
1	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
2	2	Система автоматизированного проектирования "КОМПАС". Основные компоненты. Система APM FEM. Подготовка геометрической модели. Интеграция проектирования и расчетов.	16
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.	16
4	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.	16
5	5	Инструменты визуализации и обработки результатов.	16
6	6	Линейный статический анализ. Методы решения системы уравнений равновесия. Решение задачи с учетом линейного контактного взаимодействия.	16
7	7	Устойчивость конструкций. Линейный анализ устойчивости. Нелинейный анализ устойчивости.	16
8		Зачет с оценкой. Подготовка к зачету	2
		<b>Всего</b>	<b>112</b>

**5.2 Оценочные средства, используемые для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по итогам освоения дисциплины, их виды и формы, требования к ним и шкалы оценивания приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Фонд оценочных средств по дисциплине «Системы автоматизации инженерных расчетов», которое оформляется в виде отдельного документа.**



## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### а) Основная литература

№ п/п	Наименование книги	Год издания
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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/78469.html">http://www.iprbookshop.ru/78469.html</a>	2017
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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/66465.html">http://www.iprbookshop.ru/66465.html</a>	2011

### б) Дополнительная литература

№ п/п	Наименование книги	Год издания
1	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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/21560.html">http://www.iprbookshop.ru/21560.html</a>	2005
2	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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/31216.html">http://www.iprbookshop.ru/31216.html</a>	2012
3	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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/62576.html">http://www.iprbookshop.ru/62576.html</a>	2012

### в) перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет

1. Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>
2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>
4. База данных Scopus <https://www.scopus.com> Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru>
5. Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>
6. Бесплатная электронная Интернет библиотека нормативно-технической литературы ТехЛит <http://www.tehlit.ru/>
7. База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyyreestr-professionalnykh-standartov/>
8. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
9. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>
10. Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
11. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
12. Мировая цифровая библиотека <https://www.wdl.org/ru/> Электронная библиотека Programmer'sKlondike <https://proklondike.net/>
13. <https://apm.ru/apm-fem>
14. <https://apm.ru/apm-winmachine>

15. <http://ansys.ru/>
16. <http://kompas.ru/>
17. <http://edu.ascon.ru/>

#### г) Программное обеспечение

1. Microsoft Office.
2. КОМПАС-3D.
3. Система автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций APM WinMachine 15.
4. APM FEM для КОМПАС-3D.

#### д) 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 APM SHAFT». 2016г.
3. Давыдов И.А. Методические указания по выполнению лабораторной работы «ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ ОБОЛОЧЕЧНОЙ МОДЕЛИ, ПОСТРОЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕДАКТОРА APM STUDIO». 2016г.
4. Давыдов И.А. Методические указания по выполнению лабораторной работы «ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСОЛЬНОГО КРАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР APM 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](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](http://vfistu.ru/images/files/Docs/metodichka_po_oformleniu_v3.pdf)

#### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Специальные помещения - учебные аудитории для проведения: занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, оборудованные компьютером, проектором, экраном, доской, столами, стульями.
2. Специальные помещения - учебные аудитории для проведения: занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, оборудованные компьютером, проектором, экраном, доской, столами, стульями
3. Специальные помещения - учебные аудитории для проведения: занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, оборудованные специальными приборами и установками, доской, столами, стульями.
4. Специальные помещения - учебные аудитории для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, оборудованные доской, столами, стульями.
5. Специальные помещения - учебные аудитории для организации и проведения самостоятельной работы студентов, оборудованные компьютерами с возможностью подключения к сети «Интернет», столами, стульями.

## Лист утверждения рабочей программы дисциплины на учебный год

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано»: заведующий кафедрой, ответственной за РПД (подпись и дата)
2021 - 2022	 16.04.2021
2022 - 2023	
2023 - 2024	
2024 - 2025	
2025 - 2026	

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»  
Кафедра «Естественные науки и информационные технологии»

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Системы автоматизации инженерных расчетов  
(наименование дисциплины)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»  
(шифр и наименование направления/специальности)

Технология машиностроения  
(наименование профиля/специальности/магистерской программы)

бакалавр  
квалификация (степень) выпускника

**Паспорт  
фонда оценочных средств  
по дисциплине Системы автоматизации инженерных расчетов  
(наименование дисциплины)**

№ 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-4	Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий.
2.	Система автоматизированного проектирования "КОМПАС". Основные компоненты. Система APM FEM. Подготовка геометрической модели. Интеграция проектирования и расчетов.	ПК-4	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-4	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.	ПК-4	Работа на практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий.
5.	Инструменты визуализации и обработки результатов.	ПК-4	Ответы на вопросы на лекции.
6.	Линейный статический анализ. Методы решения системы уравнений равновесия. Решение задачи с учетом линейного контактного взаимодействия.	ПК-4	Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения заданий.
7.	Устойчивость конструкций. Линейный анализ устойчивости. Нелинейный анализ устойчивости.	ПК-4	Работа на лабораторных занятиях: текущий контроль выполнения

			заданий.
8.			Зачет

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



## ОПИСАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ФОС

**Наименование:** зачет

**Представление в ФОС:** перечень вопросов

**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.

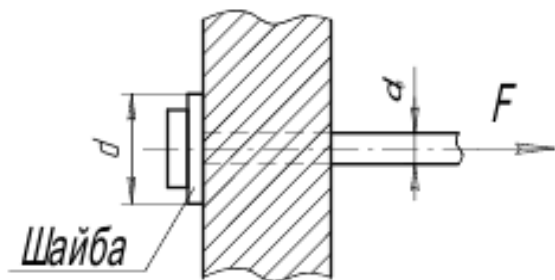
Данный раздел контрольной работы предполагает такие пункты и требования:

- 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.

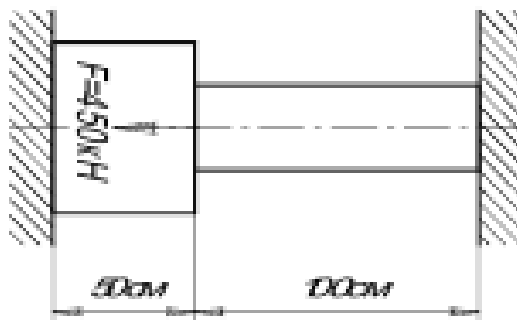
Стержень из малоуглеродистой стали шириной 0,3 м и толщиной 0,015 м ослаблен заклепочным отверстием диаметром 0,023 м, расположенным на оси стержня. Какое растягивающее усилие этот стержень может выдержать, если допустимое напряжение равно 235МПа?

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 зашеченный двумя концами (см. рисунок), имеет площадь поперечного сечения верхней части 10 см<sup>2</sup> и нижней части 40 см<sup>2</sup>. Определить напряжения в каждой части стержня.

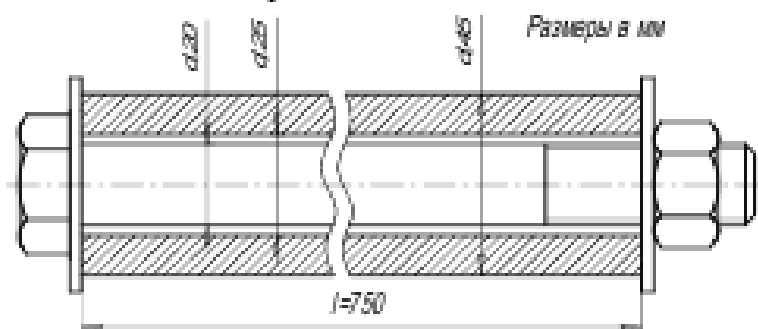


Задание 2. Решить задачу аналитически, подтвердить вычисления автоматизированным расчетом в САПР Компас-3D.

- 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.

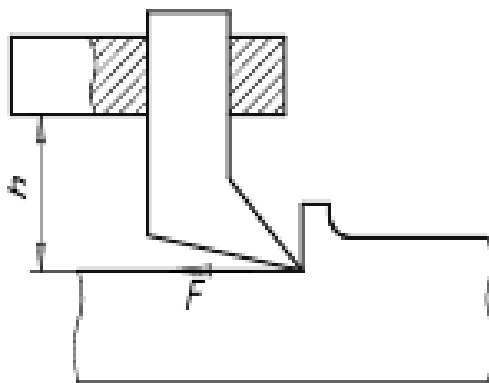
Шаг нарезки болта равен 3 мм. Какие напряжения возникают в болте и трубке при завинчивании гайки на 1/4 оборота?



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  $20 \times 15$  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-4 Способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов	<p>31: Знает основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций.</p> <p>32: Знает методы проектных и проверочных расчетов изделий.</p> <p>У1: Умеет пользоваться инструментальным и программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства.</p>	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.	<p>Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению</p> <p>выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине.</p>

	<p>машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа.</p>	<p>У2: Умеет проектировать и конструировать типовые элементы машин, выполнять их оценку по прочности и жесткости и другим критериям работоспособности .</p> <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>	Защита лабораторных и практических работ	<p>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, показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.</p>	<p>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 источники знаний, включая страницы атласа, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащихся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.</p>	<p>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 задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при решении конкретной задачи.</p>	<p>выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.</p>
		<p>З3: Знает расчет напряжений, деформаций, теплообмена, распределения магнитного поля, потока жидкостей и других параметров сплошных сред с использованием CAE-систем.</p> <p>У4: Умеет</p>	Работа на лабораторных и практических занятиях: текущий контроль выполнения заданий	<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>

		планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере. Оценивать точность и достоверность результатов моделирования.  НЗ: Владеет навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования.					
		Дескрипторы	Вид, форма оценочного мероприятия	зачет			незачет



		<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, 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>	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>
--	--	---	-------	---	--	--	---