

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Лысьвенский филиал  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Н. В. Лобов

23

2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Инженерный анализ изделий в системах автоматизированного проектирования  
(наименование)

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная  
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144(4)  
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств  
(код и наименование направления)

Направленность: Технологии цифрового проектирования и производства в машиностроении  
(наименование образовательной программы)

Разработчик

Старший преподаватель  
Канд.техн.наук  
доцент



А.А.Волковский

Т.О.Сошина

Согласовано

Начальник управления  
образовательных программ,  
канд.техн.наук, доцент



Д.С. Репецкий

Начальник  
учебно-  
методического отдела  
ЛФ ПНИПУ



Т.В. Пашкина

Эксперт по механическим расчетам  
ООО "Электротяжмаш-Привод"



Д.А.Хлопенков

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - формирование комплекса знаний, умений и навыков в области решения задач инженерного анализа изделий машиностроения посредством численного моделирования процессов их функционирования на базе геометрических 3D моделей в конечно-элементном представлении с использованием прикладных программных пакетов (CAE-систем и модулей САПР).

Задачи дисциплины сводятся к:

- **Изучению** теоретических основ численных методов решения инженерных задач;
- **Формированию умений** планировать виртуальный эксперимент изделий машиностроения, выполнять его с использованием прикладных программных средств и интерпретировать полученные результаты;
- **Формированию умений** составлять математические расчетные модели изделий машиностроительного производства;
- **Формирование навыков** работы с CAE-системами для решения инженерных задач прочности, теплообмена и динамики потоков.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- методы планирования и проведения виртуального эксперимента;
- методы составления расчетных моделей изделий машиностроительного производства;
- программные продукты, осуществляющие инженерные расчеты.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотносятся планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>	<b>Знать:</b> - принцип реализации расчетов в системах автоматизированного проектирования - области применения метода конечных	<b>Знает</b> основные разделы математики, физики, химии, теоретической механики, теории машин и механизмов и других общетехнических	Теоретический опрос Контрольная работа Теоретический вопрос дифференцированного зачета

		элементов в задачах инженерного анализа	дисциплин для решения задач профессиональной деятельности;	
	<b>ИД-2</b> <sub>ОПК-1</sub>	<b>Уметь:</b> - Применять метод конечных элементов в области инженерных расчетов - Оптимизировать конфигурацию изделий	<b>Умеет</b> применять основные разделы математики и физики для решения задач профессиональной деятельности, конструировать типовые элементы машин, выполнять расчёты их прочности и жёсткости.	Отчет практическим работам Контрольная работа Практический вопрос дифференцированного зачета
	<b>ИД-3</b> <sub>ОПК-1</sub>	<b>Владеть:</b> - Навыками применения МКЭ для решения инженерных задач	<b>Владеет</b> навыками применения основных разделов математики и физики в решении задач профессиональной деятельности, разработки типовых конструкций элементов машин и механизмов, расчёта напряжений и перемещений в деталях машин и оборудования.	Отчет практическим работам Контрольная работа Практический вопрос дифференцированного зачета
ОПК-12 (ОПК-6).	<b>ИД-1</b> <sub>ОПК-12</sub>	<b>Знать:</b> -Технологию инженерного расчета в САПР - Особенности подготовки изделий к инженерному расчету и анализу	<b>Знает</b> состав и назначение стандартных программных средств, применяемых для решения задач профессиональной деятельности, современные информационные технологии, используемые для обеспечения функционирования машиностроительных предприятий.	Теоретический опрос Контрольная работа Теоретический вопрос дифференцированного зачета
	<b>ИД-2</b> <sub>ОПК-12</sub>	<b>Уметь:</b> - Использовать ПО АРМ FEM для решения задач прочностного анализа	<b>Умеет</b> использовать прикладное программное обеспечение и современные информационные технологии при проектировании технологии производства изделий.	Отчет практическим работам Контрольная работа Практический вопрос дифференцированного зачета

	<b>ИД-3</b> <sub>ОПК-12</sub>	<b>Владеть:</b> - Навыками использования систем автоматизированного проектирования в инженерном анализе	<b>Владеет</b> навыками применения стандартных программных средств для решения задач профессиональной деятельности.	Отчет практическим работам Контрольная работа Практический вопрос дифференцированного зачета
ПК-3.1	<b>ИД-1</b> <sub>ПК-3.1</sub>	<b>Знать:</b> - Технологию выполнения линейного статического расчета в ARMFEM - Технологию расчета стационарной теплопроводности в ARMFEM - Технологию расчета собственных колебаний системы - Обработку результатов расчетов, графическое сопровождение результатов.	<b>Знает</b> методы проектно-конструкторской работы, закономерности и связи процессов создания машин, подход к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях, выявления и сравнительной оценки оптимальных вариантов изделий, основы методологии математического моделирования технических систем.	Теоретический опрос Контрольная работа Теоретический вопрос дифференцированного зачета
	<b>ИД-2</b> <sub>ПК-3.1</sub>	<b>Уметь:</b> - Применять методы теплового расчета МКЭ для решения задач тепловых деформаций - Применять методы МКЭ для решения задач статического расчета прочности - Применять методы МКЭ для определения собственных колебаний технологической системы	<b>Умеет</b> проектировать и конструировать элементы и системы машин, разрабатывать и обосновывать технические решения, удовлетворяющие требуемым показателям служебного назначения изделий, работать с программными системами, предназначенными для математического моделирования, анализировать надёжность технически систем, составлять структурные схемы изделий и производств, разрабатывать их математические модели, разрабатывать изделия сложной геометрии с использованием современных систем	Отчет практическим работам Контрольная работа Практический вопрос дифференцированного зачета

			тем геометрического моделирования.	
	<b>ИД-3</b> <sub>ПК-3.1</sub>	<b>Владеть:</b> - Навыками оценки надежности конструкции на основании результатов инженерного анализа - Навыками оптимизации конструкции изделий - Навыками оформления результатов НИР	<b>Владеет</b> навыками выбора аналогов и прототипа конструкции, проектирования конструкции, оценки надёжности технических элементов и систем, работы с программными системами математического моделирования, оформления результатов исследования и принятия технических решений, оформления законченных проектно-конструкторских работ.	Отчет практическим работам Контрольная работа Практический вопрос дифференцированного зачета

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	32	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	+	+	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Инженерный анализ в машиностроении	14			32
<p>Тема 1. Технологии автоматизированного конструирования. Расчет, анализ и симуляция физического процесса.</p> <p>Тема 2. Постановка задачи конечно-элементного анализа в компьютерных средах.</p> <p>Тема 3. Реализация Метода конечных элементов на ЭВМ</p> <p>Тема 4. Этапы конечно-элементного анализа. Препроцессорная подготовка, расчет, постпроцессирование.</p> <p>Тема 5. Метод конечных элементов (МКЭ)</p> <p>Тема 6. Применение МКЭ для расчета плоского напряженного состояния</p> <p>Тема 7. Применение МКЭ для решения задачи теплопроводности</p>				
Реализация инженерного анализа в системе прочностного анализа APMFEM	18		36	40
<p>Тема 8. Препроцессорная подготовка модели к расчету в системе прочностного анализа APMFEM. Типы моделей. Анализ геометрии модели детали или импортированного твердого тела. Основные команды подготовки геометрических моделей: синхронное моделирование. Идеализация геометрии: перенос, объединение и разъединение тел, срединные поверхности, исключение из расчетной модели незначимых элементов</p> <p>Тема 9. Задание свойств объектов модели. Построение сетчатой модели. Контроль качества сетчатой модели и ее модификация. Выбор уровня и степени дискретизации модели.</p> <p>Тема 10. Выполнение расчета. Определение данных и ограничений. Управление работой решателя. Статический расчет. Расчет стационарной теплопроводности. Расчет собственных частот колебаний. Расчет устойчивости.</p> <p>Тема 11. Результаты расчета. Карта результатов. Главные напряжения. Перемещения. Усталость. Коэффициент запаса. Полные деформации.</p> <p>Тема 12. Обработка результатов расчета. Построение изолиний. Отображение результатов по заданной траектории. Анализ деформируемой конструкции. Необходимые исходные данные для решения оптимизационного анализа. Элементы задачи оптимизации (целевая функция, проектные переменные</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
и ограничения) Тема 13. Подготовка к расчету узлов и механизмов. Применение подшипниковой нагрузки, углового ускорения, гидростатического давления и распределенного вращающего момента.				
ИТОГО по 7-му семестру	32		36	72
ИТОГО по дисциплине	32		36	72

### Тематика практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Интерфейс библиотеки прочностного анализа APMFEM.
2	Препроцессорная подготовка модели детали «Вал редуктора»
3	Линейный статический расчет детали «Вал редуктора». Расчет стационарной теплопроводности.
4	Отображение и анализ результатов расчета.
5	Линейный статический расчет детали «Корпус»
6	Расчет стационарной теплопроводности детали «Корпус»
7	Оптимизация конструкции детали «Корпус».
8	Расчет сборочных единиц. Собственные колебания и устойчивость системы.
9	Определение опасных сечений и оптимизация нагрузки.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение семинарских и практических занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, участвующие в обсуждении вопросов, предлагаемых преподавателем. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем; отработка у обучающихся навыков взаимодействия в составе коллектива; закрепление основ теоретических знаний.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Не используется	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Не используется	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение: научно-теоретический и прикладной журнал/Издатель МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2013-2017 гг.	
2	Технология машиностроения: обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал/ Учредитель ИЦ «Технология машиностроения». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2016-2019 гг.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
<i>Основная</i>	Крюков А. Ю. Компьютерное моделирование изделий в конструкторско-технологической подготовке производства Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013	<a href="http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=339">http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=339</a>	<i>Локальная сеть/свободный</i>
<i>Основная</i>	Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы Москва : Мир, 1984 – 428 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/3109">https://elib.pstu.ru/docview/3109</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Дополнительная</i>	Лукинских, С.В. Компьютерное моделирование инженерный анализ в конструкторско-технологической подготовке производства : учебное пособие / С.В. Лукинских ; М-во науки и высш. обр. РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020. — 168 с.	<a href="https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/94631/3/978-5-7996-3152-9_2020_2.pdf">https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/94631/3/978-5-7996-3152-9_2020_2.pdf</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Дополнительная</i>	APM FEM Система прочностного анализа для КОМПАС-3D. Руководство пользователя. ООО НТЦ «АПМ»	<a href="https://apm.ru/downloads/188/APM-FEM.pdf">https://apm.ru/downloads/188/APM-FEM.pdf</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Периодические издания</i>	Журнал: САПР и графика	<a href="https://sapr.ru/">https://sapr.ru/</a>	<i>локальная/свободный</i>

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 7 – лицензия Microsoft Dream Spark, договор № 54088/ЕКТ3830 от 12.01.2016
Офисные приложения	MS Office Professional Plus 2007, лицензия – 42661567
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Компас 3Dv17 с библиотеками Машиностроительная и Электрик, учебная лицензия Иж-17-00100
	Библиотека прочностного анализа APM FEM V19, учебная лицензия КМК-20-0108

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование БД	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университет	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="http://e.lanbook.ru/">http://e.lanbook.ru/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекции	доска аудиторная для написания мелом	1
	рабочее место преподавателя	1
	проектор	1
	настенный экран	1
	персональный компьютер	1
Практические занятия	доска аудиторная для написания мелом	1
	рабочее место преподавателя	1
	персональный компьютер	16
	проектор	1
	настенный экран	1
	колонки активные	1

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

**3. Объем и виды учебной работы (очно-заочная форма обучения)**

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	14	14	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	+	+	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

**4. Содержание дисциплины (очно-заочная форма обучения)**

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
9-й семестр				
Инженерный анализ в машиностроении	8			68
Тема 1. Технологии автоматизированного конструирования. Расчет, анализ и симуляция физического процесса. Тема 2. Постановка задачи конечно-элементного анализа в компьютерных средах. Тема 3. Реализация Метода конечных элементов на ЭВМ Тема 4. Этапы конечно-элементного анализа. Пре-процессорная подготовка, расчет, постпроцессирование. Тема 5. Метод конечных элементов (МКЭ)				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
Тема 6. Применение МКЭ для расчета плоского напряженного состояния Тема 7. Применение МКЭ для решения задачи теплопроводности				
Реализация инженерного анализа в системе прочностного анализа APMFEM	6		18	40
Тема 8. Препроцессорная подготовка модели к расчету в системе прочностного анализа APMFEM. Типы моделей. Анализ геометрии модели детали или импортированного твердого тела. Основные команды подготовки геометрических моделей: синхронное моделирование. Идеализация геометрии: перенос, объединение и разъединение тел, срединные поверхности, исключение из расчетной модели незначимых элементов Тема 9. Задание свойств объектов модели. Построение сетчатой модели. Контроль качества сетчатой модели и ее модификация. Выбор уровня и степени дискретизации модели. Тема 10. Выполнение расчета. Определение данных и ограничений. Управление работой решателя. Статический расчет. Расчет стационарной теплопроводности. Расчет собственных частот колебаний. Расчет устойчивости. Тема 11. Результаты расчета. Карта результатов. Главные напряжения. Перемещения. Усталость. Коэффициент запаса. Полные деформации. Тема 12. Обработка результатов расчета. Построение изолиний. Отображение результатов по заданной траектории. Анализ деформируемой конструкции. Необходимые исходные данные для решения оптимизационного анализа. Элементы задачи оптимизации (целевая функция, проектные переменные и ограничения) Тема 13. Подготовка к расчету узлов и механизмов. Применение подшипниковой нагрузки, углового ускорения, гидростатического давления и распределенного вращающего момента.				
ИТОГО по 9-му семестру	14		18	108
ИТОГО по дисциплине	14		18	108

### Тематика практических занятий(очно-заочная форма обучения)

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Линейный статический расчет детали «Вал редуктора». Расчет стационарной теплопроводности.
2	Линейный статический расчет детали «Корпус»
3	Расчет стационарной теплопроводности детали «Корпус»
4	Расчет сборочных единиц. Собственные колебания и устойчивость системы.

**3. Объем и виды учебной работы (заочная форма обучения)**

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		9
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	18	18
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	8	8
- лабораторные работы (ЛР)		
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	8	8
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
- контрольная работа	+	+
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	122	122
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен		
Дифференцированный зачет	4	4
Зачет		
Курсовой проект (КП)		
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	144	144

**4. Содержание дисциплины (заочная форма обучения)**

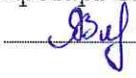
Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
9-й семестр				
Инженерный анализ в машиностроении	5			75
Тема 1. Технологии автоматизированного конструирования. Расчет, анализ и симуляция физического процесса.				
Тема 2. Постановка задачи конечно-элементного анализа в компьютерных средах.				
Тема 3. Реализация Метода конечных элементов на ЭВМ				
Тема 4. Этапы конечно-элементного анализа. Пре-процессорная подготовка, расчет, постпроцессирование.				
Тема 5. Метод конечных элементов (МКЭ)				
Тема 6. Применение МКЭ для расчета плоского напряженного состояния				
Тема 7. Применение МКЭ для решения задачи тепло-				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
проводности				
Реализация инженерного анализа в системе прочностного анализа APMFEM	3		8	47
<p>Тема 8. Препроцессорная подготовка модели к расчету в системе прочностного анализа APMFEM. Типы моделей. Анализ геометрии модели детали или импортированного твердого тела. Основные команды подготовки геометрических моделей: синхронное моделирование. Идеализация геометрии: перенос, объединение и разъединение тел, срединные поверхности, исключение из расчетной модели незначимых элементов</p> <p>Тема 9. Задание свойств объектов модели. Построение сетчатой модели. Контроль качества сетчатой модели и ее модификация. Выбор уровня и степени дискретизации модели.</p> <p>Тема 10. Выполнение расчета. Определение данных и ограничений. Управление работой решателя. Статический расчет. Расчет стационарной теплопроводности. Расчет собственных частот колебаний. Расчет устойчивости.</p> <p>Тема 11. Результаты расчета. Карта результатов. Главные напряжения. Перемещения. Усталость. Коэффициент запаса. Полные деформации.</p> <p>Тема 12. Обработка результатов расчета. Построение изолиний. Отображение результатов по заданной траектории. Анализ деформируемой конструкции. Необходимые исходные данные для решения оптимизационного анализа. Элементы задачи оптимизации (целевая функция, проектные переменные и ограничения)</p> <p>Тема 13. Подготовка к расчету узлов и механизмов. Применение подшипниковой нагрузки, углового ускорения, гидростатического давления и распределенного вращающего момента.</p>				
ИТОГО по 9-му семестру	8		8	122
ИТОГО по дисциплине	8		8	122

### Тематика практических занятий (заочная форма обучения)

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Линейный статический расчет детали «Вал редуктора». Расчет стационарной теплопроводности.

## Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	пункт 6.1. Печатная учебно-методическая литература раздела 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, <b>заменить на новый</b> (Приложение 2)	
2	пункт 6.2. Электронная учебно-методическая литература, раздела 6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, <b>заменить на новый</b> (Приложение 2)	
3	пункт 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, раздела 6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, <b>заменить на новый</b> (Приложение 3)	<p>«15» 06 2021 г., протокол № 38/06</p> <p> Доцент с и.о. зав. Каф. ТД Т.О. Сошина</p> <p>Секретарь заседания кафедры ТД  В.В. Ялунина</p>
4	Во исполнение пункта 16 приказа от 07.04.2021 года № 24-О «О создании автономного учреждения путем изменения типа существующего учреждения», на титульном листе строку «Лысьвенский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования» изложить в следующей редакции « <b>Лысьвенский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования</b> »	

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине Инженерный анализ в системах автоматизированного проектирования

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Не используется	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Не используется	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение: научно-теоретический и прикладной журнал/Издатель МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2013-2017 гг.	
2	Технология машиностроения: обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал/ Учредитель ИЦ «Технология машиностроения». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2016-2019 гг.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

### 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
<i>Основная</i>	Крюков А. Ю. Компьютерное моделирование изделий в конструкторско-технологической подготовке производства Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/339">https://elib.pstu.ru/docview/339</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Основная</i>	Князьков, В. В. SolidWorks/COSMOSWorks. Компьютерное моделирование	<a href="https://e.lanbook.com/book/151380">https://e.lanbook.com/book/151380</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>

	и инженерный анализ методом конечных элементов : учебное пособие / В. В. Князьков. — Нижний Новгород : НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2010. — 216 с.		
<i>Основная</i>	Каменев, С. В. Инженерный анализ механизмов в системе моделирования движения "Siemens NX" : учебное пособие / С. В. Каменев. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 120 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/159786">https://e.lanbook.com/book/159786</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Основная</i>	Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы Москва : Мир, 1984 – 428 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/3109">https://elib.pstu.ru/docview/3109</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Дополнительная</i>	Унянин, А.Н. Моделирование и инженерный анализ с помощью программного комплекса NX : учебное пособие / А. Н. Унянин, А. Д. Евстигнеев. — Ульяновск : УлГУ, 2017. – 212 с.	<a href="http://msi.ulstu.ru/files/NX%20%D0%A3%D0%BВ%D0%93%D0%A3%2017%20-%207.pdf">http://msi.ulstu.ru/files/NX%20%D0%A3%D0%BВ%D0%93%D0%A3%2017%20-%207.pdf</a>	<i>Сеть Интернет/свободный</i>
<i>Дополнительная</i>	Лукинских, С. В. Компьютерное моделирование и инженерный анализ в конструкторско-технологической подготовке производства : учебное пособие / С. В. Лукинских ; М-во науки и высш. обр. РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020. — 168 с.	<a href="https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/94631/3/978-5-7996-31529_2020_2.pdf">https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/94631/3/978-5-7996-31529_2020_2.pdf</a>	<i>Сеть Интернет/свободный</i>
<i>Дополнительная</i>	АРМ FEM Система прочностного анализа для КОМПАС-3D. Руководство пользователя. ООО НТЦ «АПИМ»	<a href="https://apm.ru/downloads/188/APM-FEM.pdf">https://apm.ru/downloads/188/APM-FEM.pdf</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Периодические издания</i>	Журнал: САПР и графика	<a href="https://sapr.ru/">https://sapr.ru/</a>	<i>локальная/свободный</i>

**6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 – Подписка Azure Tools for Teaching
Офисные приложения	MSOffice Professional Plus 2007, лицензия -42661567
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Компас 3D v19 с библиотеками Машиностроительная и Электрик, учебная лицензия КмК-20-0114.  Библиотека прочностного анализа APM FEM V19, учебная лицензия КмК-20-0108

## Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	Считать целесообразным применение данного элемента УМКД в 2022-2023 уч. году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва 2019» изложить в следующей редакции «Лысьва 2022»	<p>«24» 06 2022г., протокол № 39</p> <p>Доцент с и.о. зав. каф. ТД</p> <p> / Т.О. Сошина</p>
2	Пункт 6.3 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине раздела 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, <b>заменить на новый (Приложение 4)</b>	
3	Пункт 6.1. Печатная учебно-методическая литература раздела 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, <b>заменить на новый (Приложение 5)</b>	
4	Пункт 6.2. Электронная учебно-методическая литература раздела 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, <b>заменить на новый (Приложение 5)</b>	

### Приложение 4

#### 6.3 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (Подписка Azure Tools for Teaching)
Офисные приложения	Программный комплекс – Microsoft Office (Академическая лицензия) Компас 3D v19 с библиотеками Машиностроительная и Электрик Библиотека прочностного анализа APM FEM V19

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине Инженерный анализ в системах автоматизированного проектирования

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Не используется	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Не используется	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение: научно-теоретический и прикладной журнал/Издатель МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2013-2017 гг.	
2	Технология машиностроения: обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал/ Учредитель ИЦ «Технология машиностроения». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2016-2021 гг.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

### 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная	Крюков А. Ю. Компьютерное моделирование изделий в конструкторско-технологической подготовке производства Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/339">https://elib.pstu.ru/docview/339</a>	Сеть Интернет/авторизованный
Основная	Князьков, В. В. SolidWorks/COSMOSWorks. Компьютерное моделирование	<a href="https://e.lanbook.com/book/151380">https://e.lanbook.com/book/151380</a>	Сеть Интернет/авторизованный

	и инженерный анализ методом конечных элементов : учебное пособие / В. В. Князьков. — Нижний Новгород : НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2010. — 216 с.		
<i>Основная</i>	Каменев, С. В. Инженерный анализ механизмов в системе моделирования движения "Siemens NX" : учебное пособие / С. В. Каменев. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 120 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/159786">https://e.lanbook.com/book/159786</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Основная</i>	Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы Москва : Мир, 1984 – 428 с.	<a href="https://elibrary.pstu.ru/docview/3109">https://elibrary.pstu.ru/docview/3109</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Дополнительная</i>	Унянин, А.Н. Моделирование и инженерный анализ с помощью программного комплекса NX : учебное пособие / А. Н. Унянин, А. Д. Евстигнеев. – Ульяновск : УлГУ, 2017. – 212 с.	<a href="http://msi.ulstu.ru/files/NX%D0%A3%D0%BB%D0%93%D0%A3%2017%20-%207.pdf">http://msi.ulstu.ru/files/NX%D0%A3%D0%BB%D0%93%D0%A3%2017%20-%207.pdf</a>	<i>Сеть Интернет/свободный</i>
<i>Дополнительная</i>	Лукинских, С. В. Компьютерное моделирование и инженерный анализ в конструкторско-технологической подготовке производства : учебное пособие / С. В. Лукинских ; М-во науки и высш. обр. РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020. — 168 с.	<a href="https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/94631/3/978-5-7996-31529_2020_2.pdf">https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/94631/3/978-5-7996-31529_2020_2.pdf</a>	<i>Сеть Интернет/свободный</i>
<i>Дополнительная</i>	АРМ FEM Система прочностного анализа для КОМПАС-3D. Руководство пользователя. ООО НТЦ «АПМ»	<a href="https://apm.ru/downloads/188/APM-FEM.pdf">https://apm.ru/downloads/188/APM-FEM.pdf</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Периодическое издания</i>	Журнал: САПР и графика. Архив номеров 2000-2022 гг.	<a href="https://sapr.ru/">https://sapr.ru/</a>	<i>локальная/свободный</i>

## Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	Считать целесообразным применение данного элемента УМКД в 2023-2024 уч. году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва 2022» изложить в следующей редакции « <b>Лысьва 2023</b> »	<p style="text-align: center;">«26» июня 2023 г., протокол № 40</p> <p style="text-align: center;">Доцент с и.о. зав. каф. ТД</p> <p style="text-align: center;"> Т.О. Сошина</p>
2	Пункт 6.1. Печатная учебно-методическая литература раздела 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, <b>заменить на новый (Приложение 6)</b>	
3	Пункт 6.2. Электронная учебно-методическая литература раздела 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, <b>заменить на новый (Приложение 6)</b>	

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине Инженерный анализ в системах автоматизированного проектирования

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Не используется	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Не используется	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение: научно-теоретический и прикладной журнал/Издатель МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2013-2017 гг.	
2	Технология машиностроения: обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал/ Учредитель ИЦ «Технология машиностроения». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2016-2021 гг.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

### 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная	Крюков А. Ю. Компьютерное моделирование изделий в конструкторско-технологической подготовке производства Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/339">https://elib.pstu.ru/docview/339</a>	Сеть Интернет/авторизованный
Основная	Князьков, В. В. SolidWorks/COSMOSWorks. Компьютерное моделирование и инженерный анализ методом	<a href="https://e.lanbook.com/book/151380">https://e.lanbook.com/book/151380</a>	Сеть Интернет/авторизованный

	конечных элементов : учебное пособие / В. В. Князьков. — Нижний Новгород : НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2010. — 216 с.		
<i>Основная</i>	Каменев, С. В. Инженерный анализ механизмов в системе моделирования движения "Siemens NX" : учебное пособие / С. В. Каменев. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 120 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/159786">https://e.lanbook.com/book/159786</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Основная</i>	Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы Москва : Мир, 1984 – 428 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/3109">https://elib.pstu.ru/docview/3109</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Дополнительная</i>	Унянин, А.Н. Моделирование и инженерный анализ с помощью программного комплекса NX : учебное пособие / А. Н. Унянин, А. Д. Евстигнеев. – Ульяновск : УлГУ, 2017. – 212 с.	<a href="http://msi.ulstu.ru/files/NX%20%D0%A3%D0%BВ%D0%93%D0%A3%2017%20-%207.pdf">http://msi.ulstu.ru/files/NX%20%D0%A3%D0%BВ%D0%93%D0%A3%2017%20-%207.pdf</a>	<i>Сеть Интернет/свободный</i>
<i>Дополнительная</i>	Лукинских, С. В. Компьютерное моделирование и инженерный анализ в конструкторско-технологической подготовке производства : учебное пособие / С. В. Лукинских ; М-во науки и высш. обр. РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020. — 168 с.	<a href="https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/94631/3/978-5-7996-31529_2020_2.pdf">https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/94631/3/978-5-7996-31529_2020_2.pdf</a>	<i>Сеть Интернет/свободный</i>
<i>Дополнительная</i>	АРМ FEM Система прочностного анализа для КОМПАС-3D. Руководство пользователя. ООО НТЦ «АПМ»	<a href="https://apm.ru/downloads/188/APM-FEM.pdf">https://apm.ru/downloads/188/APM-FEM.pdf</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Периодические издания</i>	Журнал: САПР и графика. Архив номеров 2000-2023 гг.	<a href="https://sapr.ru/">https://sapr.ru/</a>	<i>локальная/свободный</i>

## Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	Считать целесообразным применение рабочей программы дисциплины Инженерный анализ в САПР в 2024-2025 уч. году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва 2023» изложить в следующей редакции «Лысьва 2024»	«24» июня 2024 г., протокол № 40  Доцент с и.о. зав.каф. ТД Т.О. Сошина
2	Пункт 6.1 Печатная учебно-методическая литература Пункт 6.2 Электронная учебно-методическая литература раздела 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине заменить на новый (Приложение 7)	

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине Инженерный анализ изделий в системах автоматизированного проектирования

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Не используется	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Не используется	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение: научно-теоретический и прикладной журнал/Издатель МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2013-2017 гг.	
2	Технология машиностроения: обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал/ Учредитель ИЦ «Технология машиностроения». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2016-2021 гг.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

### 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
<i>Основная</i>	Крюков А. Ю. Компьютерное моделирование изделий в конструкторско-технологической подготовке производства Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/339">https://elib.pstu.ru/docview/339</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Основная</i>	Князьков, В. В. SolidWorks/COSMOSWorks. Компьютерное моделирование и	<a href="https://e.lanbook.com/book/151380">https://e.lanbook.com/book/151380</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>

	инженерный анализ методом конечных элементов : учебное пособие / В. В. Князьков. — Нижний Новгород : НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2010. — 216 с.		
<i>Основная</i>	Каменев, С. В. Инженерный анализ механизмов в системе моделирования движения "Siemens NX" : учебное пособие / С. В. Каменев. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 120 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/159786">https://e.lanbook.com/book/159786</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Основная</i>	Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы Москва : Мир, 1984 – 428 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/3109">https://elib.pstu.ru/docview/3109</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Дополнительная</i>	Унянин, А.Н. Моделирование и инженерный анализ с помощью программного комплекса NX : учебное пособие / А. Н. Унянин, А. Д. Евстигнеев. – Ульяновск : УлГУ, 2017. – 212 с.	<a href="http://msi.ulstu.ru/files/NX%20%D0%A3%D0%BB%D0%93%D0%A3%2017%20-%207.pdf">http://msi.ulstu.ru/files/NX%20%D0%A3%D0%BB%D0%93%D0%A3%2017%20-%207.pdf</a>	<i>Сеть Интернет/свободный</i>
<i>Дополнительная</i>	Лукинских, С. В. Компьютерное моделирование и инженерный анализ в конструкторско-технологической подготовке производства : учебное пособие / С. В. Лукинских ; М-во науки и высш. обр. РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020. — 168 с.	<a href="https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/94631/3/978-5-7996-31529_2020_2.pdf">https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/94631/3/978-5-7996-31529_2020_2.pdf</a>	<i>Сеть Интернет/свободный</i>
<i>Дополнительная</i>	АРМ FEM Система прочностного анализа для КОМПАС-3D. Руководство пользователя. ООО НТЦ «АПИМ»	<a href="https://apm.ru/downloads/188/APM-FEM.pdf">https://apm.ru/downloads/188/APM-FEM.pdf</a>	<i>Сеть Интернет/авторизованный</i>
<i>Периодические издания</i>	АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ Индивидуальный предприниматель Жукова Елена Валерьевна (Санкт-Петербург) Арх. номеров 2013-2024	<a href="https://elibrary.ru/con tents.asp?titleid=40372">https://elibrary.ru/con tents.asp?titleid=40372</a>	<i>локальная/свободный</i>