

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.Б.06**

(индекс дисциплины)

**Компьютерные технологии в машиностроении**

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **13** Основ конструирования машин

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Технологические процессы и оборудование целлюлозно-бумажного

Профиль подготовки: производства

Уровень образования: магистратура

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>180</b>		
	Аудиторные занятия	<b>48</b>		
	Лекции	-		
	Лабораторные занятия	48		
	Практические занятия	-		
	Самостоятельная работа	96		
	Промежуточная аттестация	<b>36</b>		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	2		
	Зачет			
	Контрольная работа			
	Курсовой проект (работа)			
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>5</b>		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная		<b>5</b>								
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование

На основании учебных планов № m150402-12\_20

Кафедра-разработчик: Основ конструирования машин

Заведующий кафедрой: Варганов В.О.

### **СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Машин автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: Александров А.В.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
 Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области применения компьютерных технологий в машиностроении.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Изучить возможности современных пакетов автоматизированного проектирования;
- раскрыть принципы твердотельного моделирования деталей машин и узлов-сборок;
- рассмотреть основные методы расчетов, наиболее часто применяемые в процессе инженерной деятельности в области конструирования, проектирования изделий, а также во время экспериментальной деятельности по совершенствованию проектно-конструкторских решений.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-1	способностью выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении	1, 2, 3
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) основные численные методы, их особенности и характеристики;</li> <li>2) сферы возможного применения численных методов для расчётов параметров технологических процессов, температурных режимов, напряжённо-деформированного состояния твёрдых тел, течений жидкостей и газов.</li> </ol> Уметь: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) использовать различные программные пакеты автоматизации инженерных вычислений по МКЭ для обоснования решений в технологической, опытно-конструкторской и производственной деятельности;</li> <li>2) сравнивать эффективность применения различных пакетов автоматизации инженерных вычислений по МКЭ.</li> </ol> Владеть: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) представлениями о свойствах и применимости идеализированных моделей твёрдых тел, жидкостей и газов, используемых в программных пакетах автоматизации инженерных вычислений по МКЭ для анализа моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;</li> <li>2) способностью к разработке и сравнительному сопоставлению математических моделей машин, приводов и технологического оборудования.</li> </ol>		
ОПК- 3	способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий, применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров с применением программных средств общего и специального назначения, в том числе в режиме удаленного доступа	1, 2, 3
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) стандарты автоматизированного проектирования машин, технологического оборудования и производственных процессов;</li> <li>2) методы автоматизированного проектирования машин, технологического оборудования и</li> </ol>		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	<p>производственных процессов.</p> <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) применять системы и комплексы автоматизированного проектирования различного назначения совместно для решения поставленных конструкторских, технологических и производственных задач;</li> <li>2) обрабатывать и сопоставлять результаты, полученные с помощью различных методов решения инженерных задач.</li> </ol> <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) профессиональными приёмами работы с твёрдотельными системами автоматизированного проектирования специального и общего назначения;</li> <li>2) способностью выбора конкретного пакета автоматизированного проектирования как наиболее подходящего для решения данной инженерной задачи.</li> </ol>	
ПК-20	- способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов	1, 2, 3
<p><b>Планируемые результаты обучения</b></p> <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) практические способы применения и анализа результатов, полученных методами конечных элементов и объёмов;</li> <li>2) Основные характеристики конечных элементов и их модификации.</li> </ol> <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) выбирать свойства и формулировки применяемых конечных элементов для получения наибольшей точности и скорости получения результатов;</li> <li>2) оптимизировать существующие конечно-элементные модели для получения наибольшей точности и скорости получения результатов.</li> </ol> <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) практическими навыками для построения и оптимизации конечно-элементных разбиений деталей, сборок и машин, задания граничных условий и нагрузжений;</li> <li>2) навыками обработки результатов расчёта и их визуализации.</li> </ol>		

#### 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Использование информационных технологий в построении современных систем управления технологическими процессами (ОПК-3)
- Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента (ПК-20)
- Физические методы измерения и средства измерения и контроля (ПК-20)
- Научно-исследовательская работа (ПК-20)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Основы теории упругости</b>			
Тема 1. Напряжённо-деформированное состояние упругого тела. Способы проектирования. Основные прикладные программы для проектирования оборудования и конструкций.	11		
Тема 2. Формулировка задачи теории упругости. Состав систем автоматизированного проектирования. Работа с прикладными программами по проектированию систем.	13		
<b>Текущий контроль 1.</b> Опрос	1		
<b>Учебный модуль 2. Метод конечных элементов</b>			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема 3. Вариационная формулировка задач теории упругости. Информационная поддержка изделий (ИПИ) CALS – технологии. Классификация систем информационной поддержки изделий (ИПИ) CALS – технологии.	9		
Тема 4. Метод конечных элементов в линейной теории упругости. Основные закономерности создания трёхмерных объектов. Прикладные программы, используемые для создания трехмерных объектов.	15		
<b>Текущий контроль 2.</b> Опрос	1		
<b>Учебный модуль 3. Продвинутое вопросы метода конечных элементов</b>			
Тема 5. Нелинейно-упругие и упругопластические материалы. Формулировка МКЭ для плоской задачи теории упругости. Матрица жесткости и граничные условия. Адаптивное разбиение, итеративное улучшение точности.	11		
Тема 6. Метод конечных объемов для расчета течений жидкостей и газов. Использование библиотек конструктивных элементов деталей технологических машин и средств автоматизированного конструирования приводов	13		
<b>Текущий контроль 3.</b> Опрос	1		
<b>Учебный модуль 4. Практические аспекты применения систем Autodesk Simulation</b>			
Тема 7. Особенности реализации МКЭ в системах Autodesk Simulation Mechanical 2015. Использование стандартных средств систем автоматизации для создания зубчатых передач и расчёта соединений в технологических машинах. Решение задачи Кирша в системе Inventor Professional 2015	33		
Тема 8. Особенности реализации МКЭ в системе Autodesk Simulation CFD 2015. Применение сборочных зависимостей для создания систем и оборудования.	35		
<b>Текущий контроль 4</b> Опрос	1		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине. Экзамен</b>	<b>36</b>		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>180</b>		

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Не предусмотрено.

#### 3.2. Практические и семинарские занятия

Не предусмотрено.

#### 3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Напряжённо-деформированное состояние упругого тела	2	6				
2	Формулировка задачи теории упругости	2	6				
3	Вариационная формулировка задач теории упругости	2	6				
4	Метод конечных элементов в линейной теории упругости	2	6				
5	Нелинейно-упругие и упругопластические	2	6				

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	материалы						
6	Метод конечных объемов для расчета течений жидкостей и газов	2	6				
7	Особенности реализации МКЭ в системах Autodesk Simulation Mechanical 2015	2	6				
8	Особенности реализации МКЭ в системе Autodesk Simulation CFD 2015	2	6				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>48</b>				

#### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

#### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1, 2, 3, 4	Опрос	2	4				

#### 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	2	40				
Подготовка к лабораторным занятиям	2	56				
Подготовка к экзамену	2	36				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>96+36</b>			

#### 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Не предусмотрены

#### 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Майба И.А. Компьютерные технологии проектирования транспортных машин и сооружений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Майба И.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014.— 120 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45267>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Радин В.П. Метод конечных элементов в динамических задачах сопротивления материалов [Электронный ресурс]/ Радин В.П., Самогин Ю.Н., Чирков В.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013.— 314 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24452>.— ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная учебная литература

3. Алиева Н.П. Построение моделей и создание чертежей деталей в системе Autodesk Inventor [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Алиева Н.П., Журбенко П.А., Сенченкова Л.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2011.— 112 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7764>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Технология цифровых прототипов. Autodesk Inventor 2010 [Электронный ресурс]: официальный учебный курс/ — Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2010.— 944 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7986>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Алямовский А.А. COSMOSWorks. Основы расчета конструкций на прочность в среде SolidWorks [Электронный ресурс]/ Алямовский А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2010.— 784 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7964>.— ЭБС «IPRbooks»

## **8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Концевич В.Г. Твердотельное моделирование машиностроительных изделий в Autodesk Inventor [Электронный ресурс]/ Концевич В.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2008.— 672 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7890>.— ЭБС «IPRbooks»
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»/ Темис Ю.М., Азметов Х.Х.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012.— 53 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31216>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Холопов И.С. Расчет плоских конструкций методом конечного элемента [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Холопов И.С., Лосева И.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 102 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43399>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Лебедев А.В. Численные методы расчета строительных конструкций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лебедев А.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 55 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19055>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Яманин А.И. Компьютерно-информационные технологии в двигателестроении [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Яманин А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2005.— 480 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5190>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Маковкин Г.А. Применение МКЭ к решению задач механики деформируемого твердого тела. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Маковкин Г.А., Лихачева С.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 71 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16043>.— ЭБС «IPRbooks»
7. Компьютерные технологии при проектировании и эксплуатации технологического оборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Г.В. Алексеев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— СПб.: ГИОРД, 2012.— 256 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15940>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Методические рекомендации по выполнению практических работ по курсу "Компьютерные методы проектирования" [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 186 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12807>.— ЭБС «IPRbooks»

## **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины**

1. Блоги пользователей и электронные учебники по продуктам фирмы Autodesk [Электронный ресурс] URL <http://engineeringexploration.autodesk.com/>
2. Электронный учебный курс для студентов по основам метода конечных элементов – [Электронный ресурс] URL <http://www.prikladmeh.ru>
3. Электронная библиотека ВШТЭ – <http://nizrp.narod.ru/okm> (Кафедра ОКМ).
4. Интернет – форум для студентов и молодых инженеров по основам САПР и применения МКЭ в машиностроении [Электронный ресурс] URL <http://fsapr2000.ru/>
5. Справочная система Autodesk Inventor Professional 2015, [Электронный ресурс] URL <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=16463987>
6. Методические пособия по Autodesk Inventor Professional 2015, [Электронный ресурс] URL <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=21952055>

## **8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
3. AutoDesk AutoCad 2015
4. AutoDesk Inventor Professional 2015

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Компьютерный класс оборудованный высокопроизводительными компьютерами с графическими дисплеями, а также установленными на них комплексами Autodesk Inventor Professional 2015.

### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

- модели и макеты передач, механизмов;
- образцы стандартных деталей;
- демонстрационные установки, натурные редукторы;
- комплект плакатов по разделам дисциплины(сварные, шпоночные, шлицевые, резьбовые соединения; механические передачи; валы и оси; муфты; подшипники);
- стенды и планшеты со сборочными чертежами редукторов и монтажными чертежами приводов машин.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лабораторные занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, решение задач.
Самостоятельная работа	Предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации. Для планирования самостоятельной работы студенту необходимо обратиться к электронной библиотеке методической литературы ВШТЭ. При подготовке необходимо ознакомиться с демонстрационным вариантом задания, проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя, подготовить презентацию материалов.

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
ОПК- 1 (1,2,3)	Использовать современные пакеты автоматизации проектирования и методы автоматизации расчётов машин и оборудования при выполнении конструкторских работ.	Устное собеседование. Практическое задание.	Перечень вопросов к зачету (30 вопросов). Практические задачи (15 задач)
ОПК- 3 (1,2,3)	Формирует способность принимать участие в работах по расчёту и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями.	Устное собеседование. Практическое задание.	Перечень вопросов к зачету (30 вопросов). Практические задачи (15 задач)
ПК- 20 (1,2,3)	Использует стандартные средства автоматизации проектирования	Устное собеседование. Практическое задание.	Перечень вопросов к зачету (30 вопросов). Практические задачи (15 задач)



### 10.1.1. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практическое задание
Отлично	Выставляется студенту, если он дал полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показал совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющиеся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания при выполнении практического задания.
Хорошо	Выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки.	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний при выполнении практического задания.
Удовлетворительно	Выставляется студенту, если дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 2-3 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме при выполнении практического задания.
Не удовлетворительно	Выставляется студенту, если дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения.	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала при выполнении практического задания.

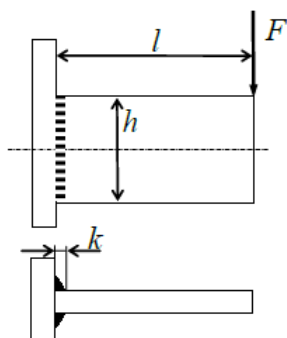
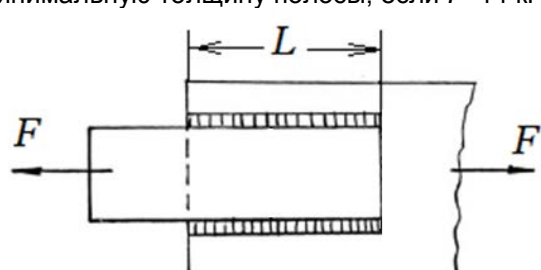
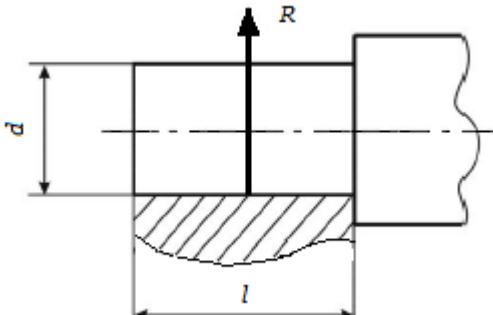
### 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

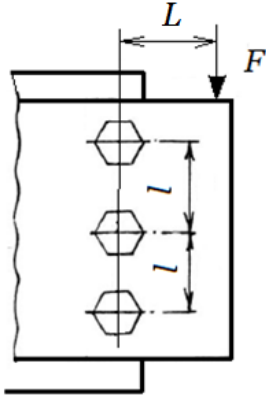
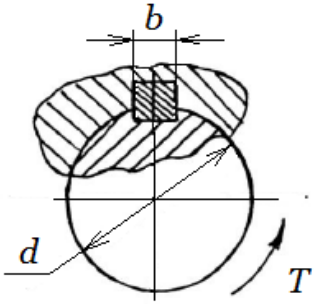
#### 10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопроса	№ темы
1	Основные понятия и термины	1
2	Напряжённо-деформированное состояние упругого тела	1
3	Методы получения приближённых решений инженерных задач	1
4	Формулировка задачи теории упругости	2
5	Основы энергетических методов решения задач	2
6	Силовой вектор элемента	2
7	Вариационная формулировка задач теории упругости	3
8	Понятие о матрице жёсткости элемента	3
9	Применение МКЭ	3
10	Применение МКЭ для моделирования	3
11	Применение МКЭ для моделирования балок	3
12	Метод конечных элементов в линейной теории упругости	4
13	Линейная пружина: деформация кручения	4
14	Линейная пружина: деформация растяжения-сжатия, кручения	4
15	Применение МКЭ для моделирования элементов ферм	4
16	Изопараметрическое отображение	4
17	Моделирование НДС сборки	5
18	Адаптивное разбиение	5
19	Формулировка МКЭ для плоской задачи теории упругости	5
20	Матрица жесткости	5

№ п/п	Формулировка вопроса	№ темы
21	Граничные условия	5
22	Решение задачи Кирша в системе Inventor Professional 2015	6
23	Технологии МКЭ решения задач теории упругости	6
24	Нелинейно-упругие и упругопластические материалы	6
25	Практические аспекты использования МКЭ в современных пакетах	6
26	Метод конечных объемов для расчета течений жидкостей и газов	6
27	Особенности реализации современных методов автоматизации инженерных расчетов в системе Autodesk Inventor Professional 2015	7
28	Особенности реализации МКЭ в системах Autodesk Simulation Mechanical 2015	7
29	Влияние качества дискретизации области на точность расчета	8
30	Особенности реализации МКЭ в системе Autodesk Simulation CFD 2015	8

### 10.2.3. Перечень типовых задач, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	<p>Найти максимальные напряжения в сварном соединении. Соединение выполнено двумя угловыми швами с катетом <math>k = 5</math> мм. Соединение нагружено силой <math>F = 3,5</math> кН, <math>l = 200</math> мм, <math>h = 100</math> мм.</p> 	$\approx 60$ МПа
2	<p>В сварном соединении полосы с косынкой величина нахлестки составляет <math>L=50</math> мм. Определите минимальную толщину полосы, если <math>F=14</math> кН, <math>[\tau_{ср}]' = 60</math> МПа.</p> 	4 мм
3	<p>Определите диаметр шипа, на который действует реакция 9 кН. Длина шипа 36 мм, допускаемое напряжение для стали 35 на изгиб 60 МПа</p> 	30 мм

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
4	<p>Определить силу затяжки болтов в соединении, если сила <math>F = 9</math> кН. Болты поставлены с зазором <math>f = 0,1</math>; <math>L = 2l</math>; <math>l = 0,5</math>. Коэффициент запаса <math>K_C = 1,5</math></p> 	$20\sqrt{10}$
5	<p>Проверьте прочность шпонки на срез в шпоночном соединении передающем крутящий момент <math>T = 120</math> Н·м, если диаметр вала <math>d = 25</math> мм, ширина шпонки <math>b = 8</math> мм, рабочая длина шпонки <math>l = 30</math> мм. Допускаемые напряжения среза <math>[\tau_{ср}] = 70</math> МПа</p> 	$\tau = 40$ МПа < $[\tau_{ср}] = 70$ МПа

**10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций.**

**10.3.1. Условия допуска обучающихся к сдаче экзамена и порядок ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

устная  письменная

компьютерное тестирование  иная\*

**10.3.3. Особенности проведения экзамена**

Студенты, выполнившие все требования текущего контроля отвечают, на два вопроса и решают одну практическую задачу. Время на подготовку составляет 45 минут. Преподаватель вправе задать несколько дополнительных вопросов.