



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГДиТ  
И.А. Пыталев

14.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН***

Направление подготовки (специальность)  
15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль/специализация) программы  
Транспортно-технологические машины, комплексы и оборудование  
горно-металлургического производства

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1026)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических комплексов

11.02.2022, протокол № 6


Зав. кафедрой  А.М. Мажитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

14.02.2022 г. протокол № 3

Председатель  И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ГМиТТК, канд. техн. наук  А.М. Филатов

Рецензент:

заместитель генерального директора по перспективному развитию ООО «УралЭнергоРесурс», канд. техн. наук  И.С. Туркин

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.М. Мажитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.М. Мажитов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «САПР» являются:

- овладение современными методами расчета и проектирования на базе программ-ных пакетов Компас-3D, INVENTOR;
- приобретение навыков расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования;
- овладение навыками разработки рабочей проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам;
- овладение достаточным уровнем профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Система автоматизированного проектирования горно-металлургических машин входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Компьютерные технологии в науке и производстве

Математические методы в инженерии

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Компьютерные технологии в науке и производстве

Моделирование рабочих процессов горных машин и оборудования

Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Система автоматизированного проектирования горно-металлургических машин» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен организовать и проводить исследования, связанные с разработкой экспериментальных проектов и программ, проводить научно-технические работы по повышению эффективности машин, систем, процессов и оборудования горно-металлургического производства
ПК-1.1	Обосновывает технологию и механизацию работ, методы профилактики аварий машин и оборудования, способы ликвидации их последствий
ПК-1.2	Использует цифровые информационные технологии при проектировании горно-металлургических машин и оборудования
ПК-1.3	Предлагает решения по повышению надежности горно-металлургических машин и комплексов оборудования

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 37,15 акад. часов;
- аудиторная – 34 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,15 акад. часов;
- самостоятельная работа – 71,15 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 1. Системы автоматизированного проектирования. Структура, состав и ком-поненты САПР. Типовой состав модулей машиностроительной САПР. Объемное построение деталей. Инструменты построения. Создание сборок. Применение сопряжений. Создание и оформление спецификаций.		3		3/2И	10	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы, Поиск дополнительной информации по заданной теме	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.2 2. Использование параметрических возможностей пакетов графических редакторов. Введение в параметрическую технологию. Рекомендации по использованию параметризации. Особенности использования параметрической технологии. Включение и настройка параметрического режима.	3	3		3/1И	10	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы, Выполнение практической работы, работа с компьютерными обучающими про-граммами.	Собеседование Проверка практической работы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

<p>1.3 3. Информационные технологии в исследовании металлургических машин и оборудования Сравнительный анализ существующих методов расчета деталей машин и оборудования. Классификация и применимость конечных элементов. Назначение и особенности их применения. Преобразование графических документов в форматы других графических пакетов: Компас, INVENTOR. Расчет статической прочности. Расчет жесткости</p>		2		3	10	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы, Выполнение практической работы, работа с компьютерными обучающими про-граммами</p>	<p>Собеседование Проверка практической работы</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</p>
<p>1.4 4. Методы визуализации в системах инженерного анализа. Принятие проектного решения. Расчет валов и осей. Определение реакций в опорах валов. Распределение момента и углов изгиба. Распределение де-формаций. Распределение напряжений.. Работа с редактором валов.</p>		2			10	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы, Выполнение практической работы, работа с компьютерными обучающими про-граммами Разработка проекта</p>	<p>Собеседование Проверка практической работы</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</p>
<p>1.5 5. Расчет механизмов. Элементов и деталей машин в графических пакетах. Кинематический расчет шарнирно-сочлененных механизмов. Расчет сварочных, болтовых и заклепочных соединений. Расчет кулачков. Расчет элементов редукторов (валов, зубчатых колес и шестерен, шпоночных, шлицевых и других типов соединений, подшипников). Расчет плоских и пространственных ферм. Расчет пружин. Расчет цепных передач. Исследование напряженно-деформированного состояния деталей машин.</p>		3		4	10	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы, Поиск дополнительной информации по заданной теме</p>	<p>Устный опрос (собеседование)</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</p>

<p>1.6 6. Инженерный анализ и компьютерное моделирование в программе Inventor. Составные части пакета и их назначение. Предварительная подготовка и вход в программу. Основные стадии решения задач. Предпроцессорная подготовка; задание начальных и граничных условий; физических и механических свойств материалов; построение сетки конечных элементов; приложение поверхностных и объёмных нагрузок; выбор решателя. Классификация и применимость конечных элементов. Общая схема компьютерной реализации МКЭ. Учет нелинейности в процедурах МКЭ. Решение задачи. Постпроцессорная обработка. Основные этапы твердотельного проектирования в Inventor: построение эскиза, создание объёмной модели, создание сборок, генерация чертежей. Примеры расчётов деталей и оборудования.</p>		4	4/3,8И	21,15	<p>Самостоятельное изучение учебной и научно литературы, Выполнение практической работы, работа с компьютерными обучающими программами</p>	<p>Собеседование Проверка практической работы</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</p>
1.7 Итого за семестр					Консультация	Зачет	<p>ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3</p>
Итого по разделу	17		17/6,8И	71,15			
Итого за семестр	17		17/6,8И	71,15		экзамен	
Итого по дисциплине	17		17/6,8 И	71,15		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины традиционная информационно-коммуникационная образовательные технологии.

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя). На занятиях предусматривается использование электронного демонстрационного учебного материала содержащего сложные схемы, таблицы и математические формулы.

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

Практические занятия проводятся для закрепления и углубления знаний, полученных студентами на лекциях и должны способствовать выработке у них навыков постановки, формализации, построения блок-схем принятия решений, построение твердотельных моделей и реализации решений с помощью пакетов Компас-3D, INVENTOR.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Пожидаев Ю. А. Компьютерное моделирование и создание проектно-конструкторской документации в машиностроении средствами САПР. Инженерная и компьютерная графика в Autodesk Inventor, AutoCAD [Электронный ресурс] : учебное пособие. Ч. 1 / Ю. А. Пожидаев, Е. А. Свистунова, О. М. Веремей ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа:



<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2525.pdf&show=dcatalogues/1/1130327/2525.pdf&view=true>. - Макрообъект

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Горбатюк, С. М. Конструирование машин и оборудования металлургических производств. Основы трехмерного автоматизированного конструирования деталей и узлов машин с помощью программы Autodesk Inventor. Ч. 2. Проектирование сборочных единиц и анимация деталей и сборок : учебное пособие / С. М. Горбатюк, А. В. Каменев, Л. М. Глухов. — Москва : МИСИС, 2010. — 40 с. — ISBN 978-5-87623-335-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/2077/#1> (дата обращения: 02.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Савельева, И. А. Инженерная графика. Моделирование изделий и составление конструкторской документации в системе КОМПАС-3D : учебное пособие / И. А. Савельева, В. И. Кадошников, И. Д. Кадошникова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2010. - 186 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=311.pdf&show=dcatalogues/1/1068565/311.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог

3. Компьютерная графика в САПР : учебное пособие / А. В. Приемышев, В. Н. Крутов, В. А. Треляль, О. А. Коршакова. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-2284-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/90060/#1> (дата обращения: 02.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Горбатюк, С. М. Детали машин и основы конструирования : учебник / С. М. Горбатюк. — Москва : МИСИС, 2014. — 377 с. — ISBN 978-5-87623-754-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/116846/#1> (дата обращения: 02.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **в) Методические указания:**

1. Методические указания по выполнению практических заданий представлены в приложении 3.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

2. Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

4. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Лекционный зал, оборудованный современной презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Компьютерные классы, оборудованные современной техникой и мебелью для проведения практических или лабораторных занятий. Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Интернет и электронную информационно-образовательную среду университета.

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

#### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

##### *Примерные задания на практических занятиях*

#### **Задание 1. Проектирование кривошипно-шатунного механизма на основе эскизных блоков. Создание анимации работы механизма**

1. Согласно варианту задания, выполнить эскиз механизма. Рисунок эскиза с расставленными размерами предоставить в отчете.

2. На основе созданных эскизных блоков создать твердые тела. Создать файл сборки. Изображение 3Д-сборки предоставить в отчете.

3. Создать анимацию работы механизма и его фотореалистичное изображение.

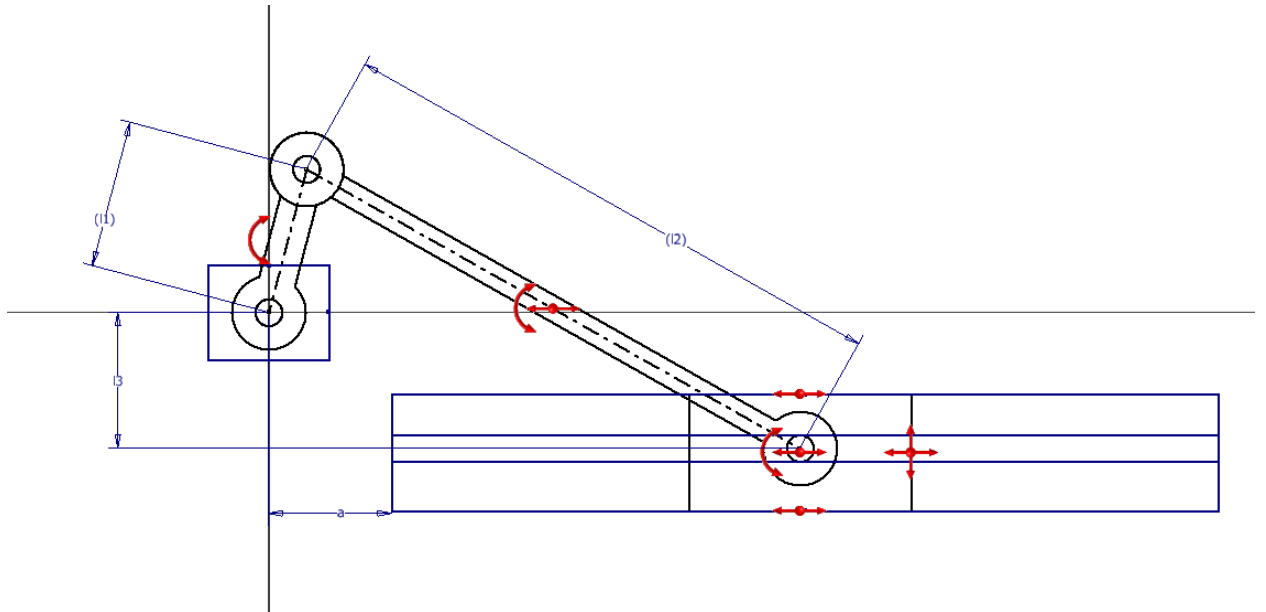
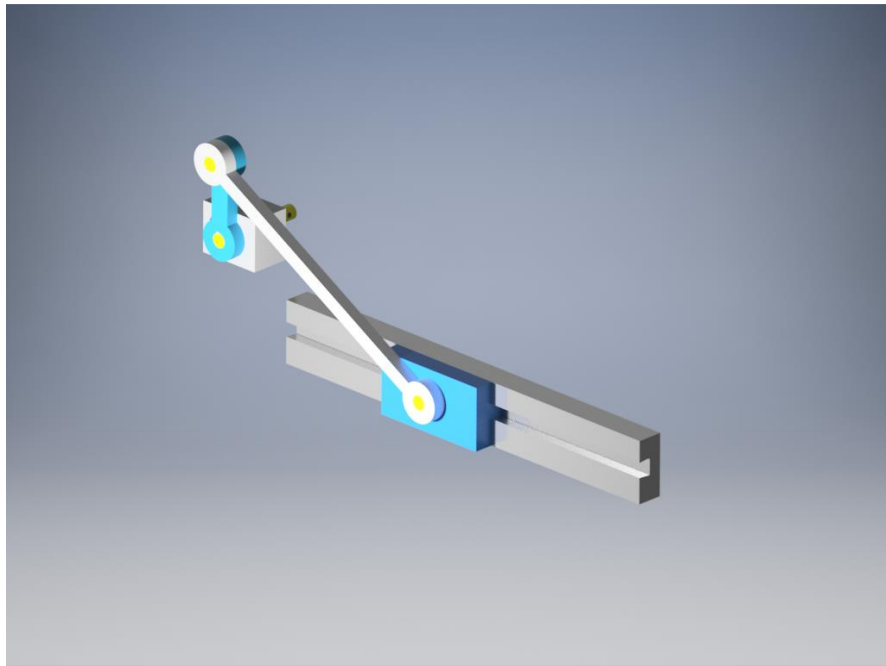


Рисунок 1. Схема кривошипно-шатунного механизма

**Задание 2. Проектирование кулачкового механизма. Создание параметрических деталей. Экспорт и импорт данных. Динамическое моделирование.**



Согласно варианту числовых значений параметрических размеров деталей кулачкового механизма:

1. разработать 3D -модели и 3D сборки для двух рядов параметрических размеров. К ответу на [заданию](#) приложить фото моделей двух кулачков (назвать кулачок 1 и кулачок 2);
2. провести динамическое моделирование для двух вариантов параметрических деталей механизма.
3. Создать два видеоролика работы полученных кулачковых механизмов в формате avi. Видеоролики приложить в раздел "ответ на [заданию](#)".

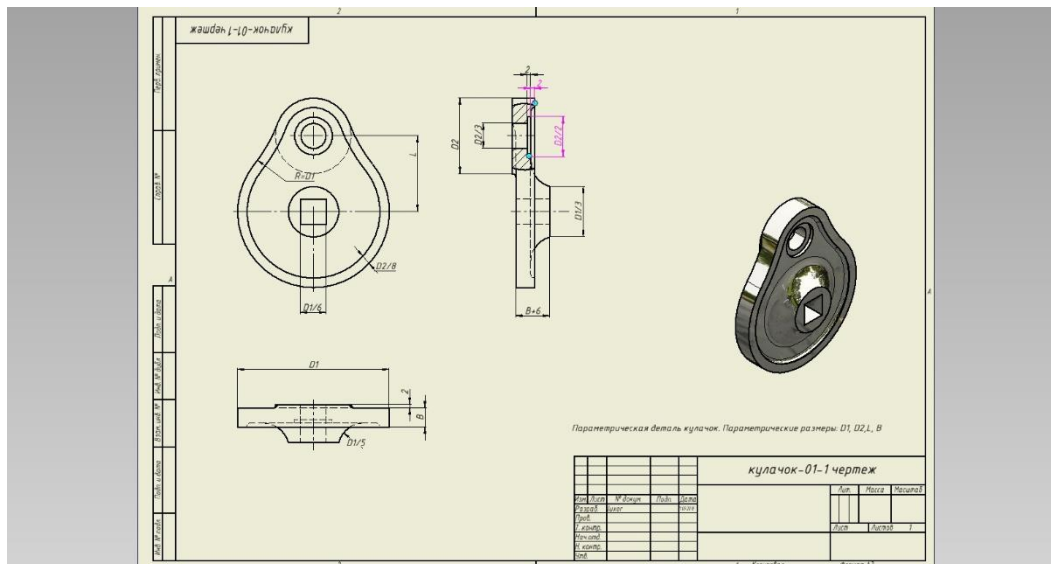


Рисунок 2. Чертеж кулачка с параметрическими зависимостями

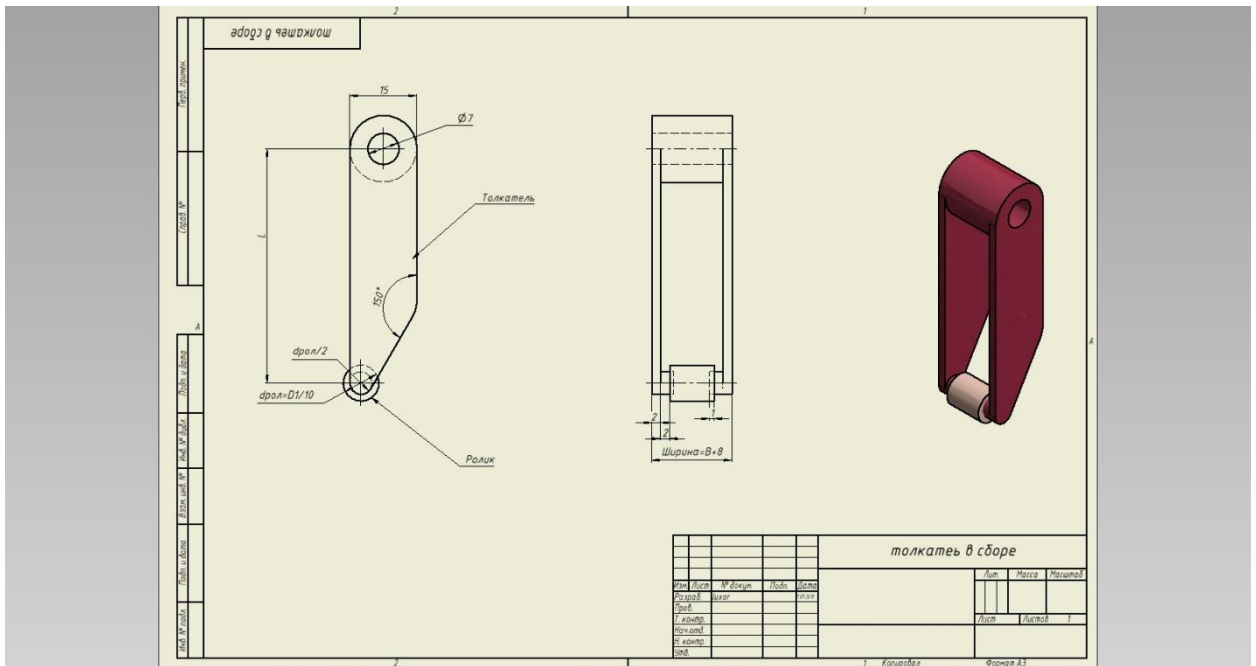
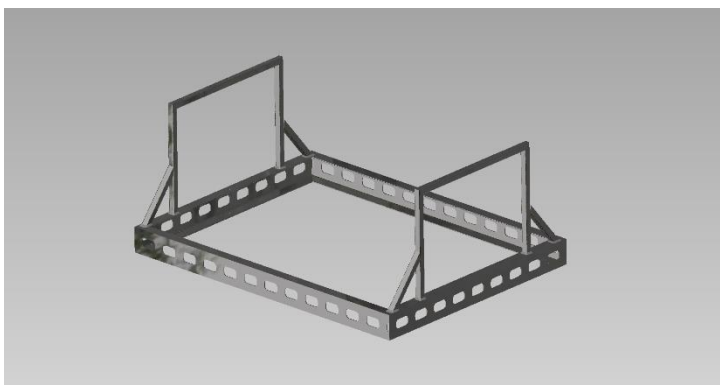


Рисунок 3. Чертеж толкателя с параметрическими зависимостями

**Задание 3. Расчет напряженно-деформированного состояния технических объектов в среде Autodesk Inventor , с использованием среды динамического моделирования и среды анализа напряжений.**

Провести анализ напряженно – деформированного состояния кулачка и толкателя, разработанных в предыдущем задании. Провести динамическое моделирование кулачкового механизма с заданием нагрузки: крутящий момент на кулачке 50Н\*м, Осевая нагрузка на толкателе - 2000Н. Выполнить анализ напряжений деталей: кулачка и толкателя для двух различных положений кулачкового механизма. Составить отчет, сделать вывод о работоспособности деталей. Отчет по анализу предоставить в формате doc, с выводами о работоспособности деталей. Привести картины напряжений по Мизесу, коэффициентам запаса прочности.

**Задание 4. Проектирование рамных конструкций. Анализ рам в среде Autodesk Inventor. Разработка чертежа общего вида.**



Согласно заданию спроектировать конструкцию объекта с использованием элементов проектирования металлоконструкций Inventor. Предусмотреть сварные соединения элементов рамной конструкции. Произвести расчёт конструкции на статическую прочность, вывести графики: напряжений, коэффициента запаса, деформации, усилий. Выполнить чертеж общего вида конструкции с добавлением изометрического вида.

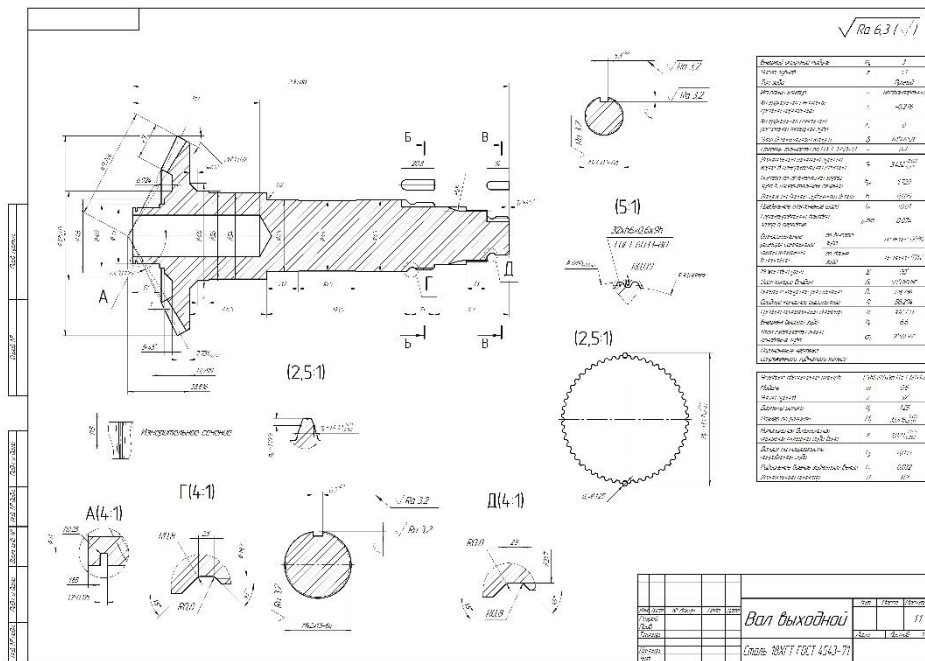
**Пример: Тема 1. Спроектировать навес**

Исходные данные: Площадь навеса  $s$ , снеговая нагрузка  $F_c$ , ветровая нагрузка  $F_v$

№в	$s, m^2$	$F_c, H/m^2$	$F_v, H/m^2$	Навес над
1	400	300	240	Заправочной станцией 6 колон
2	100	200	150	Выходом из торгового центра
3	10	150	80	Подъездом жилого дома (округлой формы)
4	50	200	100	Выходом из торгового центра

**Задание 5. Проектирование зубчатых передач**

Выполнить 3D –модель шестерни, представленной на рис., и разработать для шестерни 3D-модель зубчатого колеса. Передаточное отношение пары равно 2. Предусмотреть выполнение шпоночного паза в зубчатом колесе.





Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p><b>ПК-12 способностью обеспечивать моделирование машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов</b></p>		
<p>Знать</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основы трехмерного моделирования технических объектов и моделирования технологических процессов металлургических машин;</li> <li>– все способы обработки и анализа результатов моделирования.</li> <li>– основные этапы и последовательность создания технических объектов, цели и задачи применения САПР;</li> <li>– основные приемы и методы</li> </ul>	<p><i>Перечень теоретических вопросов к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Твёрдотельное моделирование. Основные инструменты твёрдотельного моделирования.</li> <li>2. Основные инструменты создания эскизов.</li> <li>3. Создание детали в среде Компас (Inventor)</li> <li>4. Создание сборки в среде Компас (Inventor).</li> <li>5. Редактирование детали и сборки в среде Компас (Inventor).</li> <li>6. Задание параметрических размеров. Отображение размеров в эскизах.</li> <li>7. Проектирование элементов на основе эскизных блоков</li> <li>8. Создание параметрических деталей</li> <li>9. Оформление чертежей в среде Inventor</li> <li>10. Создание и работа со спецификацией в среде Inventor</li> <li>11. Создание рамной конструкции. Этапы и последовательность расчета рамных конструкций.</li> <li>12. Проектирование зубчатых передач в среде Компас (Inventor).</li> <li>13. Проектирование валов и расчет на прочность валов в среде Inventor.</li> <li>14. Создание и расчет разъемных соединений в среде Inventor.</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>ведения проектных и расчетных работ по совершенствованию машин и оборудования металлургического производства методами компьютерного проектирования</p>	<p>15. Создание нового файла в пакете, Inventor  16. Назначение проекта в пакете Inventor, создание проекта  17. Создание файла детали, сборочной единицы, файла чертежа в средах Компас и Inventor  18. Создание фотореалистичного изображения в среде Inventor. Инструменты.  19. Создание фотореалистичного изображения в среде Inventor. Инструменты.  20. Создание анимации сборки-разборки механизма в среде Inventor. Алгоритм моделирования напряженно-деформированного состояния в среде Inventor.  21. Какие результаты моделирования напряженно-деформированного состояния являются основными для определения работоспособности отдельных деталей?  22. Этапы проведения исследования напряженно -деформированного состояния объектов  23. Работа с камерами в среде Inventor Studio. Анимация движения камеры.  24. Создание анимации работы механизма в среде Inventor Studio.  25. Создание фотореалистичного изображения в среде Inventor. Инструменты.  26. Создание анимации сборки-разборки механизма в среде Inventor.  27. Динамическое моделирование. Основные инструменты динамического моделирования в среде Inventor.  28. Виды соединений и связей в среде динамического моделирования.</p>
Уметь	<p>– осуществлять проектирование технических объектов технологических процессов с использованием применяемых в металлургическом</p>	<p><b><i>Примерная задача на зачете</i></b></p> <p>Построить твердотельную модель детали, изображенной на рисунке. Создать ее фотореалистичное изображение в формате jpg.</p> <p>Провести анализ напряженно-деформированного состояния детали, представленной на рисунке (выше).</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>машиностроении САПР,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать при проектировании технических объектов все существующие блоки и возможности ПО.</li> <li>– применять методы компьютерного проектирования при создании и модернизации технических и технологических комплексов ;</li> <li>– проводить вычисления с применением численных методы расчета металлургических машин и оборудования и обосновывать рациональный их выбор;</li> <li>– анализировать, синтезировать и критически резюмировать полученную информацию с</li> </ul>	<p>Technical drawing of a mechanical part, showing multiple views (isometric, front, top, and section views) and dimensions. Key features include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Isometric view: Shows the overall shape with dimensions like 56.9°, R20, R10, R12, R23, and surface texture Ra 3.2.</li> <li>Front view: Shows the main profile with dimensions 66.5 ± 0.1, 17 ± 0.1, 76, 57.5 ± 0.1, 46°, and R20 (2 radii).</li> <li>Top view: Shows the plan view with dimensions 98.7°, 45°, 30°, 10 ± 0.1, R12, R10, R23, 20.0°, 29.4°, 49.5°, and φ17 h6.</li> <li>Section A-A: Shows a cross-section with dimensions 66.5 ± 0.1, 17 ± 0.1, 76, 57.5 ± 0.1, 46°, and R20 (2 radii).</li> <li>Section B-B (2:1): Shows a detail of a hole with diameter φ18, φ14, φ8, and a chamfered edge with R1.</li> <li>Section D-D (2:1): Shows a detail of a hole with diameter φ18, φ14, φ8, and a chamfered edge with R1.</li> </ul>

Структурный элемент компетенции

Планируемые результаты обучения

Оценочные средства

использованием компьютерных технологий

использованием компьютерных технологий

Владеть

– навыками расчета геометрических и кинематических параметров металлургических машин и оборудования;

– навыками расчета геометрических, силовых и прочностных параметров металлургических машин и оборудования.

– практическими навыками по адаптации виртуальных средств для единичных деталей и узлов.

**Примерное задание для индивидуальной работы:**

Построить 3D модель детали, изображенной на чертеже. Произвести анализ напряженно- деформированного состояния детали при приложении разрывного усилия в 10000Н. Сделать отчет, проанализировать результаты моделирования, выдвинуть предложения по оптимизации изделия.

Обозначение	L1	L2	L3	D1	D2*	R1*	R2*	Масса, кг
M10100.202	80	16	20	40	25	10	10	0,5
M10100.202-01	348	82	10	35	50	40	20	0,7

1. На всех поверхностях шпатула, трещины, закаты, раскатные пузыри, окалина, коррозионные разрушения, балластные и заборы не допускаются.
2. Дефекты, полученные вследствие незаполнения шпата металлом, не допускаются. Исправление шпатула заваркой не допускается.
3. \*Размеры обозначить в заготовке.
4. Неукзанные предельные отклонения H14, H16, H17, H18/2.
5. Отсутствие трещин проверять на магнитном дефектоскопе с обязательным последующим размагничиванием.
6. Маркировать на бирке наименование и обозначение чертежа.

M10100.202									
Исполн.	Провер.	Утверд.	Дата	Лист	Масса	Порядок	Изм.	Дата	Исполн.
Шпатула				Лист	Масса	Порядок	Изм.	Дата	Исполн.
Исполн.				Лист	Масса	Порядок	Изм.	Дата	Исполн.
Провер.				Лист	Масса	Порядок	Изм.	Дата	Исполн.
Утверд.				Лист	Масса	Порядок	Изм.	Дата	Исполн.
Дата				Лист	Масса	Порядок	Изм.	Дата	Исполн.

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме, включает 1 теоретический вопрос и одно практическое задание.

### ***Показатели и критерии оценивания зачета:***

– «**Зачтено**» ставится, если обучающийся показывает пороговый уровень знаний основных понятий и определений, умений применять современные образовательные технологии, использовать новые знания и умения, корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания и владения профессиональным языком предметной области знания.

- «**Не зачтено**» ставится, если обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

#### **Методические указания по выполнению практических заданий**

Практические задания по построению твердотельных деталей, узлов и их расчету в среде Компас или Инвентор выполняются поэтапно на практических занятиях и сдаются в конце занятий.

Во время занятий нужно очень внимательно слушать, следить на экране проектора последовательность создания деталей в САПР и повторять за преподавателем за своим компьютером. В случае возникновения вопросов или затруднений при выполнении работы, обратиться за помощью к преподавателю. Дома желательно так же заниматься самостоятельно, используя руководства пользователя и учебные материалы Autodesk Inventor, Компас, для наилучшего закрепления навыков построения и расчетов в САПР.

Общий порядок выполнения работ в Autodesk Inventor

1. Запускается программа Autodesk Inventor.
2. Создается новый проект "Имя проекта" в папке пользователя.
3. Создается модель первой детали.
  1. Рисуется эскиз и создается первый эскизный конструктивный элемент, который будет являться базовым.

2. Модель детали дополняется другими эскизными элементами: вырезами, выступами и т.п.
3. Формируются типовые элементы: фаски, скругления, отверстия, резьбы и т.д.
4. Модель детали сохраняется в рабочем пространстве проекта в файле с расширением .ipt.
4. Аналогично создаются другие детали узла.
5. Осуществляется отчет по работе преподавателю.

### Основные положения по началу работы в Инвентор

Autodesk Inventor – САПР среднего уровня, предназначенная для трехмерного твердотельного моделирования технических объектов.

Система позволяет создавать модели отдельных деталей, осуществлять сборку сложных изделий из множества деталей, получать чертежи деталей и сборочных узлов, производить расчеты на прочность, а также решать множество других задач процесса проектирования.

Деталь – трехмерная твердотельная модель отдельной детали технической системы, воспринимаемая в системе Autodesk Inventor как единый объект, который может входить в состав сборки.

Твердотельные детали обычно получают на основе замкнутых плоских контуров путем их выдавливания, вращения, продвижения по траектории, перемещения по сечениям. Так, например, выдавливанием окружности можно получить цилиндр. Тот же цилиндр можно получить вращением прямоугольника вокруг его стороны на  $360^\circ$ . После создания твердого тела его форму можно уточнять, используя команды редактирования.

Модели деталей сохраняются в файлах с расширением .ipt.

Эскиз – это геометрическое изображение, созданное из отрезков прямых, дуг, окружностей, кривых линий. Различают плоские или 2D эскизы и пространственные или 3D эскизы.

Эскизы используются в качестве основы для создания и редактирования модели твердотельной детали.

Существуют следующие виды плоскостей для создания эскизов.

1. Плоскости XY, YZ, XZ пространства проектирования.
2. Любые грани существующих твердотельных объектов.
3. Специальные рабочие плоскости, предварительно построенные средствами системы. Новую рабочую плоскость можно построить, используя грани, ребра, вершины твердотельных объектов, созданные ранее рабочие плоскости, оси и точки, а также оси и плоскости системы координат.

В начале работы по созданию новой детали плоскостью эскиза обычно становится плоскость XY. В дальнейшем, в качестве плоскости эскиза может быть выбрана любая грань существующей детали или рабочая плоскость, расположенная в пространстве произвольным образом.

#### *Способы построения геометрических элементов*

Можно использовать два способа построения элементов (точек и линий) эскиза.

1. Использование стандартных инструментов построения геометрических примитивов: отрезков прямых, дуг, окружностей, многоугольников и т.д.

2. Проецирование ребер, вершин, контуров имеющихся деталей на плоскость эскиза с помощью Стили линий эскиза

#### *Этапы создания эскиза*

Работа по построению эскиза разбивается на несколько этапов, на каждом из которых происходит постепенное уточнение размеров и формы эскиза.

1. Первоначально создают приближенную форму контуров эскиза с помощью «мыши». В процессе создания эскиза на большую часть его элементов автоматически накладываются ограничения.

2. Затем накладывают дополнительные ограничения на элементы эскиза, связывающие все геометрические элементы в одну конструкцию. После этого перемещение отдельных элементов не должно приводить к искривлению формы эскиза.

3. На заключительном этапе задают размеры (размерные ограничения), обеспечивающие окончательный вид эскиза.

#### *Создание модели твердотельной детали*

Создание модели твердотельной детали начинается сразу после закрытия среды построения эскиза.

#### *Общие сведения о конструктивных элементах*

Твердотельная модель детали состоит из конструктивных элементов. Все конструктивные элементы детали отображаются в браузере модели. Так цилиндрический многоступенчатый вал, полученный одной операцией - вращением эскиза, может рассматриваться как деталь, состоящая из одного конструктивного элемента "Вращение 1". Если на валу выполняется шпоночный паз – то это второй конструктивный элемент детали. Фаски на кромках вала – третий элемент и т.д. Конструктивным элементом может являться не только часть детали, но и различные "невещественные" элементы, играющие вспомогательную роль, например, дополнительная рабочая плоскость для построения эскиза контура шпоночного паза.

#### *Взаимодействие эскизных элементов*

При создании эскизных элементов необходимо указывать, как новый элемент будет взаимодействовать с другими ранее созданными конструктивными элементами. Может быть три вида таких взаимодействий.



**Объединение (Join).** При выполнении операции объединения новый эскизный элемент объединяется (сливается) с другими элементами детали.



**Вычитание (Cut).** При вычитании эскизного элемента он удаляется с образованием полости на месте его пересечения с другими элементами. При вычитании цилиндра можно получить цилиндрическое отверстие в твердом теле.



**Пересечение (Intersect).** При построении пересечения остается только та часть эскизного элемента, которая является общей с другими элементами.

#### *Типовые конструктивные элементы*

Типовые (иногда их называют размещаемые) конструктивные элементы создаются на базе уже существующих конструктивных элементов, поэтому все они являются зависимыми элементами. При удалении базового элемента типовые элементы удаляются. Они не требуют для своего построения предварительного создания эскиза. Так, например, типовым конструктивным элементом является фаска, снимаемая с острой кромки эскизного элемента. По сути, типовые элементы отражают операции редактирования

твердотельных деталей: снятие фасок, скругление, добавление отверстий, нарезание резьбы, разрезание деталей и др.

### Массивы

Конструктивные элементы, относящиеся к массивам, используются для размножения существующих конструктивных элементов детали, а также тел. В результате получается множество элементов. Любой элемент из полученного множества может быть подавлен, и не будет отображаться в модели.

**Прямоугольный массив.** Прямоугольный массив создается из существующих конструктивных элементов или тел. Можно создать как одномерный, так и двумерный массив.

**Круговой массив.** В качестве оси кругового массива могут выступать ребра и оси конструктивных элементов.

**Зеркальное отображение.** Зеркальное отображение конструктивных элементов относительно выбранной плоскости. В качестве плоскости отображения можно выбрать рабочую плоскость, либо любую грань детали.

### Рабочие элементы

К рабочим элементам относятся рабочая плоскость, рабочая ось, рабочая точка и пользовательская система координат (ПСК).

Рабочие элементы являются вспомогательными элементами, используемыми прежде всего для построения эскизных конструктивных элементов. Существует множество способов создания рабочих элементов. Для создания точек, осей и плоскостей можно использовать вершины, ребра, грани существующих конструктивных элементов, а также оси  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  и плоскости  $XY$ ,  $YZ$ ,  $XZ$  системы координат. Так, например, рабочая плоскость может быть получена смещением грани тела или плоскости  $XY$ ,  $YZ$ ,  $XZ$  на заданное расстояние.