



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ

Направление подготовки (специальность)
15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Направленность (профиль/специализация) программы
Инжиниринг в металлургическом машиностроении

Уровень высшего образования - магистратура
Программа подготовки - академический магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования
Курс	1
Семестр	1

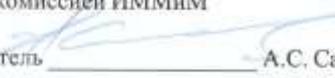
Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 21.11.2014 г. № 1489)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования
20.02.2020, протокол № 7

Зав. кафедрой  А.Г. Корчунов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ПиЭММиО, канд. техн. наук

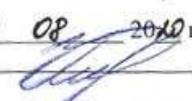
 Е.С. Решетникова

Рецензент:
гл. механик ООО НПЦ "Гальва", канд. техн. наук

 В.А. Русанов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от 31 08 ~~2020~~ г. № 1
Зав. кафедрой  А.Г. Корчунов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Г. Корчунов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Компьютерные технологии в науке и производстве» являются:

- подготовка слушателей по основным вопросам теории и практики применения компьютерных технологий в науке и металлургическом производстве;
- исследование проблем проектирования технических объектов с помощью различных компьютерных методов;
- изучение новых информационных технологий систематизации, хранения и отображения информации, их преимущества в сравнении с традиционными методами информационной поддержки в науке и производстве.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Компьютерные технологии в науке и производстве входит в базовую часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика, Информатика, Теоретическая механика, Моделирование процессов металлургических машин и оборудования, Информационные технологии в исследовании металлургических машин и оборудования или САПР в металлургическом машиностроении, Инженерная и компьютерная графика, Основы технологии машиностроения.

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

- Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы
- Технологии прототипирования в металлургическом машиностроении
- Системы автоматизированного проектирования
- Проектирование технологических машин и оборудования

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Компьютерные технологии в науке и производстве» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОК-4	способностью собирать, обрабатывать с использованием современных информационных технологий и интерпретировать необходимые данные для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам
Знать	методы сбора информации
Уметь	применять и обосновывать соответствующие методы для оптимального сбора информации в области обучения
Владеть	навыком сбора и обработки информации в области технологических машин и оборудования
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

Знать	методы сбора и обработки информации из различных источников с использованием современных информационных технологий; принципы и оптимальные алгоритмы решения задач надежности оборудования с использованием компьютера
Уметь	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; решать задачи надежности при использовании компьютера
Владеть	навыком решения соответствующих задач в современных САПР
ПК-23 способностью подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения	
Знать	основные САПР для решения проектно-конструкторских задач
Уметь	применять и обосновывать компьютерные программы для решения задач
Владеть	навыками автоматизированного расчета и проектирования деталей и узлов металлургического оборудования любой сложности
ПК-26 готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования	
Знать	современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов с использованием САПР
Уметь	применять и обосновывать соответствующие методы
Владеть	навыками разработки технологических процессов изготовления объектов с использованием САПР

2.1 Основы объемного проектирования в программах: Autodesk Inventor, КОМПАС-3D. Составные части пакета и их назначение. Предварительная подготовка и вход в программу. Основные стадии решения задач.	1		2/2И	20	Работа с электронными учебниками, выполнение практической работы	Устный опрос (собеседование), проверка практической работы	ОК-4, ОПК-3, ПК-23, ПК-26
2.2 Основные этапы твердотельного проектирования в Autodesk Inventor, КОМПАС-3D: построение эскиза, создание объемной модели, создание сборок,			2/2И	20	Работа с электронными учебниками, выполнение практической работы	Устный опрос (собеседование), проверка практической работы	ОК-4, ОПК-3, ПК-23, ПК-26
2.3 Предпроцессорная подготовка; задание начальных и граничных условий; физических и механических свойств материалов; построение сетки конечных элементов; приложение поверхностных и объёмных нагрузок. Примеры расчётов деталей и оборудования. Методы визуализации в системах инженерного анализа. Принятие проектного решения.			8/4И	31,9	Работа с электронными учебниками, выполнение практической работы	Устный опрос (собеседование), проверка практической работы	ОК-4, ОПК-3, ПК-23, ПК-26
Итого по разделу			12/8И	71,9			
Итого за семестр			16/10И	91,9		зачёт	
Итого по дисциплине			16/10И	91,9		зачет	ОК-4,ОПК-3,ПК-23,ПК-26

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины традиционная, интерактивная и информационно-коммуникационные 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.

2. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

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

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 контрольным работам и 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. 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> . - Макрообъект.

2. Белевский, Л. С. Детали машин и основы конструирования : учебное пособие / Л. С. Белевский, В. И. Кадошников. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=966.pdf&show=dcatalogues/1/1119041/966.pdf&view=true> - Макрообъект.

3. Точилкин, В. В. Проектирование элементов металлургических машин и оборудования : учебное пособие / В. В. Точилкин, О. А. Филатова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3319.pdf&show=dcatalogues/1/1138305/3319.pdf&view=true> - Макрообъект.

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
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Autodesk Inventor Professional 2018	учебная версия	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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

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.

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

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

Приложение 1.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Компьютерные технологии в науке и производстве» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

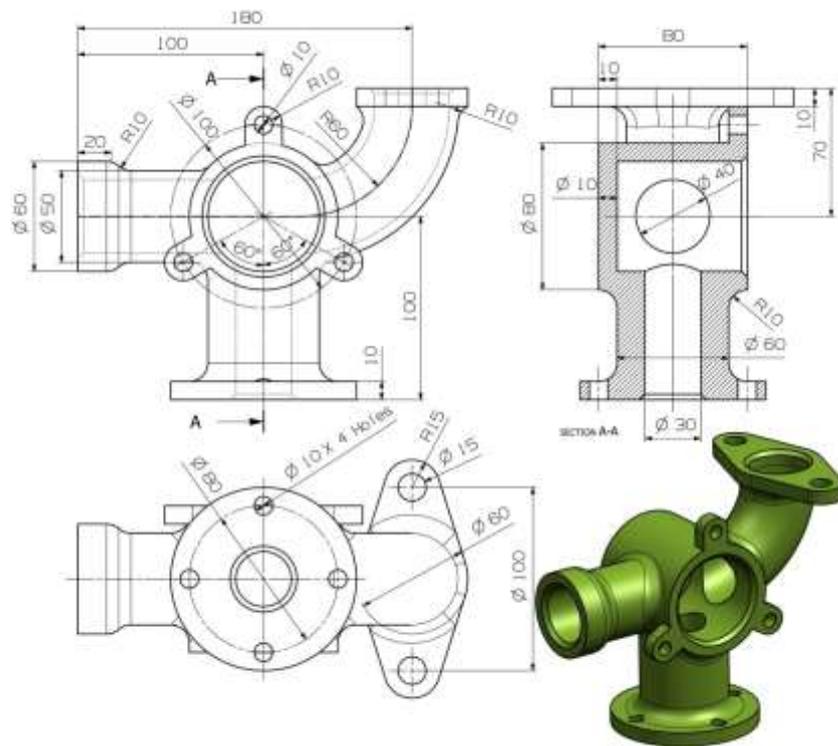
Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает работу с электронными учебниками и выполнение практических работ на занятиях.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала; выполнения домашних заданий.

Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):

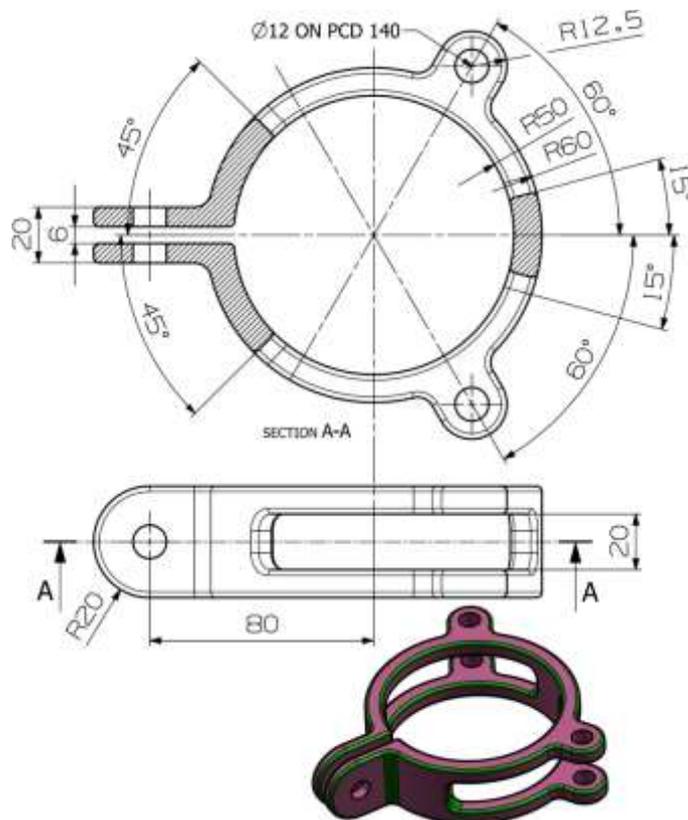
ИДЗ №1 «Основы объемного проектирования в программах: Autodesk Inventor, КОМПАС-3D»

По представленному чертежу создать 3D модель детали.



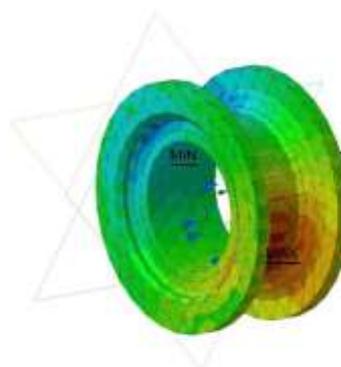
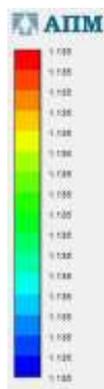
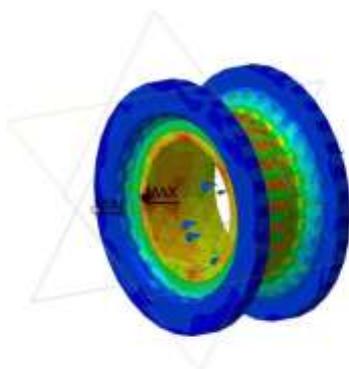
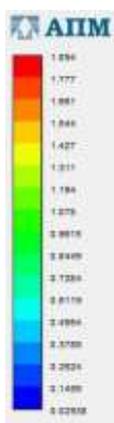
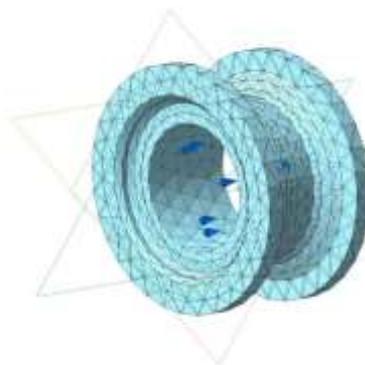
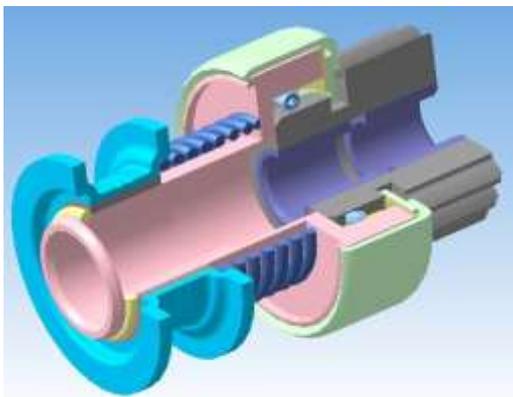
ИДЗ №2 «Основные этапы твердотельного проектирования в Autodesk Inventor, КОМПАС-3D»

По представленному чертежу создать 3D модель детали за наименьшее количество операций. Назначить материал, определить массово-центровые характеристики детали, физические свойства.



ИДЗ №3 «Примеры расчётов деталей и оборудования»

Произвести прочностной анализ АРМ FEM в КОМПАС-3D муфты включения привода стартера.



ИДЗ №4 «Примеры расчётов деталей и оборудования»

По чертежу общего вида (по вариантам) разработать 3D модели деталей и 3D сборку устройства, создать сборочный чертеж и спецификацию. Произвести расчет на прочность в Autodesk Inventor.

3-е Издание
№. ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ПОДАЧИ ТОПЛИВА

№ п/п	№	Обозначение	Классификация	Мат. кол.	Материал
A3		M400.02.00.00.СБ	Двухходовый Сборочный чертеж		
A3	1	M400.02.00.01	Корпус		
A3	2	M400.02.00.02	Пружина		
A3	3	M400.02.00.03	Кольцо		
A4	4	M400.02.00.04	Игла		
A4	5	M400.02.00.05	Клинок		
A4	6	M400.02.00.06	Втулка		
A4	7	M400.02.00.07	Крутилка		
A4	8	M400.02.00.08	Шайба		
A4	9	M400.02.00.09	Шайба		
A4	10	M400.02.00.10	Шайба уплотнительная		
A4	11	M400.02.00.11	Пружина		
A4	12	M400.02.00.12	Молоток		
A4	13	M400.02.00.13	Кольцо		
A4	14	M400.02.00.14	Кольцо		
A4	15		Стандартные детали Гайка М4,5 ГОСТ 6815-70		

Выключатель служит для проверки подачи топлива в цилиндр дизеля. Это приспособление устанавливается между сопловой топливной форсункой и форсункой.

Для включения подачи топлива пружина молоточной иглы пог. 4, действуя на клинок пог. 5, сжимает пружину пог. 12, при этом топливо проходит через отверстие деталей пог. 6, 4, 2 и через клапанное отверстие корпуса пог. 1 выходит наружу и собирается в мерный стакан (на чертеже не показан). Расход топлива, подаваемого поочередно в цилиндры дизеля, измеряют с помощью специальных устройств (на чертеже не показаны).

Задание

Выписать чертежи деталей пог. 1...5, 7, 12, 13. Деталь пог. 1 или пог. 2 изобразить в аксонометрической проекции.

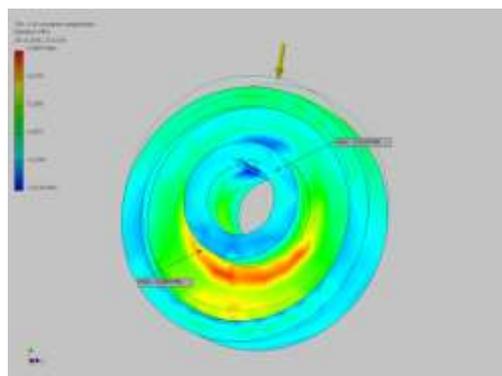
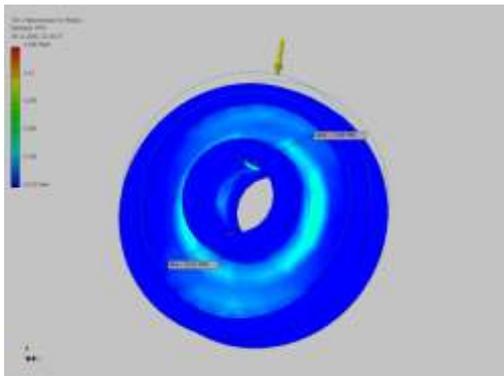
Материал деталей пог. 1...4, 6, 8...10 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74, детали пог. 5, 7 и 13 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74, детали пог. 12 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74, детали пог. 11 — латунь.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали, изображенные на разрезе Б-Б.
2. Покажите контур детали пог. 2.
3. Можно ли назвать изображение Б-Б сечением?

M400.02.00.00.СБ

M400.02.00.00.СБ		Лист	Масштаб
Выключатель подачи топлива		9	1:1
Сборочный чертеж		Листов	7



Приложение 2.

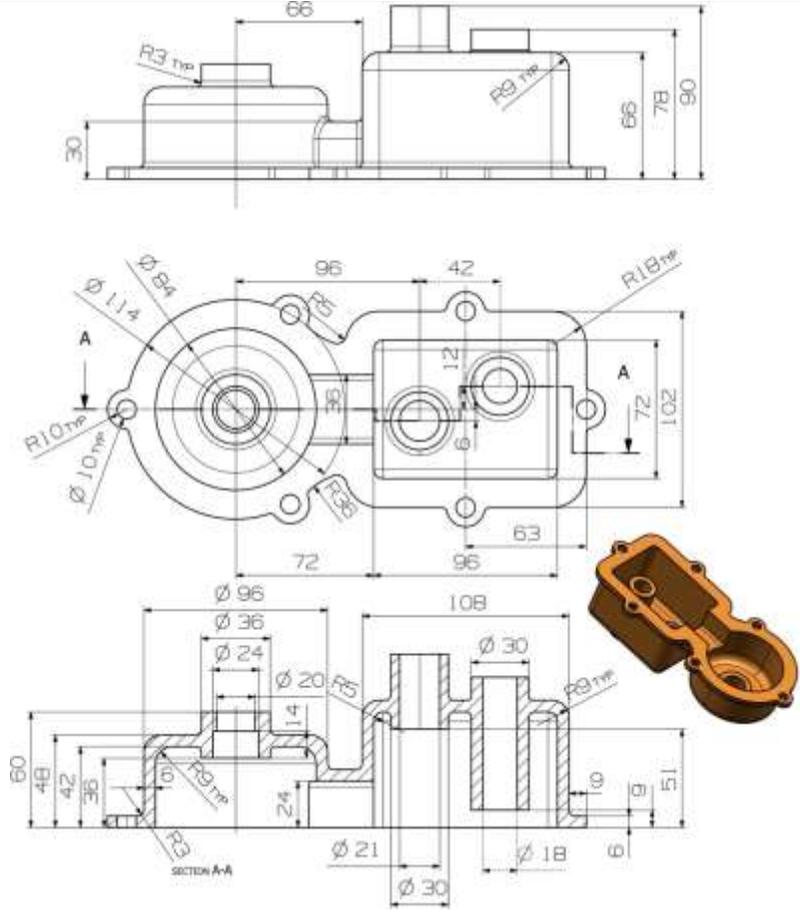
7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и проводится в форме зачета.

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

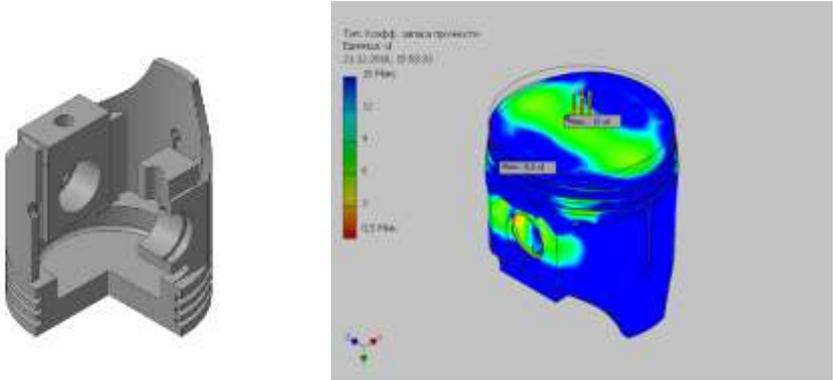
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОК-4 способностью собирать, обрабатывать с использованием современных информационных технологий и интерпретировать необходимые данные для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам		
Знать	методы сбора информации	Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Базы данных и знаний. 2. Использование ЭВМ и сетей в научных исследованиях. 3. Компьютерная литературная проработка, библиотечный и патентный поиск. 4. Компьютер как средство управления экспериментом, системы сбора и обработки данных.
Уметь	применять и обосновывать соответствующие методы для оптимального сбора информации в области обучения	Практические задания 1. Работа с электронными учебниками из списка основной и дополнительной литературы. 2. Знакомство с системой патентообразования. 3. Знакомство со справочной литературой по Autodesk Inventor и КОМПАС-3D.
Владеть	-навыком сбора и обработки информации в области технологических машин и оборудования	Задания на решение задач из профессиональной области Патентный поиск по заданному технологическому процессу. Поиск информации в открытых источниках по заданному технологическому процессу. Анализ собранной информации и разработка алгоритма работы по совершенствованию технологического процесса изготовления детали.
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		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Знать	- принципы и оптимальные алгоритмы решения задач надежности оборудования с использованием компьютера	<p style="text-align: center;">Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проектирование технических объектов на современном уровне. 2. Практическая реализация целей и идей автоматизации проектирования, как способ повышения производительности труда инженерно-технических работников занятых проектированием. 3. Проблемы создания и успешной эксплуатации технологических машин. 4. Классификация моделей, используемых в технике: инженерно - физические, структурные, геометрические, информационные. 5. Основные свойства моделей. Цели и задачи компьютерного моделирования. Структурная оптимизация. Параметрическая оптимизация. 6. Содержание основных этапов компьютерного моделирования. Основные этапы и подходы к реализации имитационного моделирования. 8. Что понимается под зависимостями и ограничениями эскиза? Приведите примеры. 9. Что понимается под конструктивным элементом? Назовите виды конструктивных элементов. 10. Приведите примеры конструктивных элементов в выполненной работе. 11. Чем различаются операции объединения, вычитания и пересечения конструктивных элементов? 12.Что такое параметрический подход к созданию моделей деталей, параметрическая деталь?
Уметь	- решать задачи надежности при использовании компьютера	<p style="text-align: center;">Практические задания</p> <p>Получить общие сведения о работе по созданию трехмерных твердотельных моделей деталей в системе Autodesk Inventor. Изучить основные возможности системы по созданию моделей деталей. По представленному чертежу создать 3D модель детали.</p>

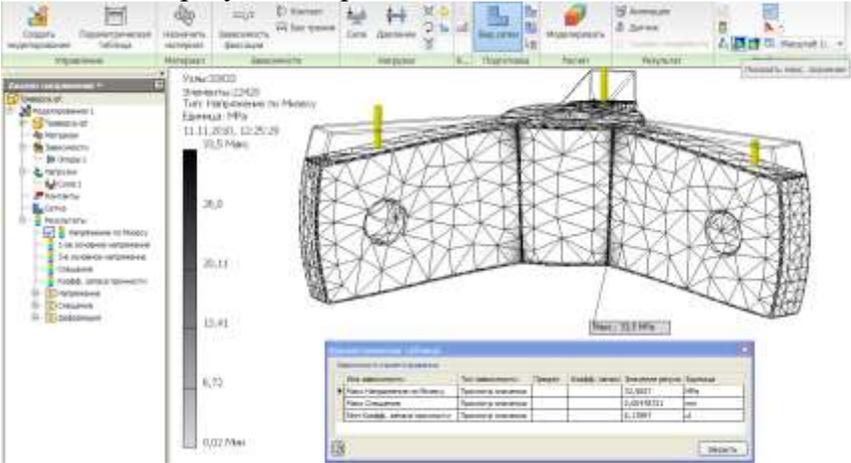
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p>The image displays a technical drawing of a mechanical component, likely a valve or a similar fluid control device. It includes three main views: a side elevation at the top, a front view in the middle, and a cross-section labeled 'SECTION A-A' at the bottom. The drawing is annotated with numerous dimensions and geometric features. Key dimensions include overall width of 96, height of 66, and a total length of 102. The front view shows a circular end face with diameters of 114 and 96, and a central hole of diameter 12. The cross-section reveals internal features such as a central shaft with a diameter of 21, a valve seat with a diameter of 18, and various radii (R3, R5, R8, R10, R18, R36). A 3D CAD model of the part is shown in orange to the right of the cross-section, providing a perspective view of the component's complex geometry.</p>

ПК-23 способностью подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Знать	- основные САПР для решения проектно-конструкторских задач	<p style="text-align: center;">Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Состав и структура САПР. 2. Структура процесса создания САПР. 3. Техническое задание на проектирование производственного объекта. Технические условия на строительное проектирование. Технические условия на подключение. 4. Базовые и дополнительные возможности Autodesk Inventor, КОМПАС-3D, принцип трехмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования. 5. Стадийность проектирования, основные требования к оформлению проектной и рабочей документации, стандарты ЕСКД и СПДС. 6. Резьбовые соединения. Элементы резьбы. Типы резьб. Изображение и обозначение резьбы. 7. Сварные соединения. Типы сварных соединений. Изображение и обозначение их на чертеже. 8. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Типы документов. Эскиз, рабочий чертеж. Особенности выполнения. 9. Какие виды компонентов могут входить в состав сборки? 10. Перечислите основные свойства компонентов сборки. 11. Какие методы сборки были использованы при выполнении работы? 12. Что понимается под зависимостями (ограничениями) сборки? 13. Какие виды зависимостей были использованы при выполнении работы? 14. Каким образом моделируется движение деталей в сборке?
Уметь	- применять и обосновывать компьютерные программы для решения задач	<p style="text-align: center;">Практические задания</p> <p>Разработать 3D модели деталей, входящих в сборочный узел. Собрать сборку с использованием сопряжений. Оформить сборочный чертеж и соответствующую техническую документацию.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		
Владеть	- навыками автоматизированного расчета и проектирования деталей и узлов металлургического оборудования любой сложности	<p data-bbox="1160 740 1935 772">Задания на решение задач из профессиональной области</p> <p data-bbox="936 813 2154 992">Получить общие сведения об использовании метода конечных элементов (МКЭ) для расчета на прочность и жесткость отдельных деталей и сборочных узлов в системе Autodesk Inventor. По чертежу общего разработать 3D модели деталей и 3D сборку устройства, создать сборочный чертеж и спецификацию. Произвести расчет на прочность в Autodesk Inventor.</p> 
ПК-26 готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования		
Знать	- современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов с использованием ЭВМ	<p style="text-align: center;">Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проведение расчетов в пакете Autodesk Inventor, КОМПАС-3D. 2. Операторы. Методы расчета. 3. Команды создания изображения. Команды работы с чертежом. 4. Команды управления изображением. Команды редактирования изображений. 5. Команды проставления размеров. 6. Алгоритм моделирования напряженно-деформированного состояния в среде Inventor. 15. Представление проекта с помощью фотореалистичных изображений. 16. Анимация работы проектируемого устройства в Autodesk Inventor, КОМПАС-3D. 17. Оформление конструкторской документации на проект согласно соответствующим стандартам. 18. Основные типы инженерных расчетов средствами современных систем автоматизированного проектирования. 19. Что понимается под методом конечных элементов? 20. Основные типы конечных элементов. 21. Какие параметры определяют материал деталей? 22. Какие параметры можно выводить в параметрической таблице для просмотра? 23. Что такое коэффициент запаса прочности материала? 24. Что такое предел прочности материала? 25. Что такое предел текучести материала? 26. Как задаются условия закрепления конструкции? 27. Виды контактов в сборке? 28. Объясните понятия, используемые при анализе результатов расчета: эквивалентное напряжение по Мизесу, коэффициент запаса прочности, смещение, деформация?
Уметь	- применять и обосновывать соответствующие методы	Практические задания

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																				
		<p>Изучить основные способы построения конечно-элементной сетки, задания свойств материала, граничных условий, нагрузок, контактов, анализа результатов расчета. Получить практические навыки эффективной работы по расчету деталей на прочность МКЭ. Оценить результаты работы.</p>  <p>The screenshot displays the ANSYS Workbench interface. On the left is the 'Outline' tree showing the model hierarchy. The main area shows a 3D wireframe model of a mechanical part with a finite element mesh. A color scale on the left indicates stress values from 0.027 MPa to 38.0 MPa. A pop-up window at the bottom right shows a table of results for 'Element 123456'.</p> <table border="1" data-bbox="1444 837 1870 957"> <thead> <tr> <th>Имя элемента</th> <th>Тип элемента</th> <th>Свойства</th> <th>Свойства материала</th> <th>Свойства граничных условий</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>123456</td> <td>Тетраэдр</td> <td>QUAD4</td> <td>STEEL</td> <td>None</td> </tr> <tr> <td>123457</td> <td>Тетраэдр</td> <td>QUAD4</td> <td>STEEL</td> <td>None</td> </tr> <tr> <td>123458</td> <td>Тетраэдр</td> <td>QUAD4</td> <td>STEEL</td> <td>None</td> </tr> </tbody> </table>	Имя элемента	Тип элемента	Свойства	Свойства материала	Свойства граничных условий	123456	Тетраэдр	QUAD4	STEEL	None	123457	Тетраэдр	QUAD4	STEEL	None	123458	Тетраэдр	QUAD4	STEEL	None
Имя элемента	Тип элемента	Свойства	Свойства материала	Свойства граничных условий																		
123456	Тетраэдр	QUAD4	STEEL	None																		
123457	Тетраэдр	QUAD4	STEEL	None																		
123458	Тетраэдр	QUAD4	STEEL	None																		
Владеть	- навыками разработки технологических процессов изготовления объектов с использованием ЭВМ	<p>Задания на решение задач из профессиональной области</p> <p>Разработать технологический процесс изготовления детали, создать 3D модель, произвести расчет детали на прочность МКЭ, составить отчет о проделанной работе.</p>																				

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

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

Показатели и критерии оценивания зачета:

«зачтено» – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций.

«незачтено» – результат обучения не достигнут, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации.

Приложение 3.

Методические указания по выполнению практических заданий

Практические задания по построению твердотельных деталей, узлов и их расчету в среде Компас или Autodesk Inventor 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. Рисуются 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 Autodesk Inventor.

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°. 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.

Эскизные элементы

Эскизные элементы создаются на основе эскизов. Так, выдавив в пространстве прямоугольник эскиза, можно получить твердотельный конструктивный элемент –

прямоугольный параллелепипед. Кроме выдавливания  выдавливание эскизные элементы



можно получать вращением контура эскиза **Вращение**, перемещением по сечениям эскизов **Лофт**, сдвигом контура вдоль траектории **Сдвиг** и другими операциями.

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.

инструменты просмотра и визуализации моделей

Полный набор инструментов для просмотра и визуализации создаваемых моделей находится на вкладке "Вид" ленты инструментов.

Инструменты позволяют задавать видимость рабочих элементов, переходить от ортогонального к перспективному виду на модель, осуществлять тонирование (переходить к каркасному представлению), задавать цвет, осуществлять панорамирование, управлять увеличением, вращать модель в пространстве проектирования.

Наиболее часто в процессе проектирования приходится пользоваться командами зумирования (увеличения), вращения и панорамирования модели. Существует множество вариантов использования этих команд.



1. Видовой куб. Видовой куб  отображается в правой части рабочего окна. С помощью электронной мыши можно вращать куб в пространстве, при этом будет вращаться модель в рабочем окне. При наведении курсора мыши на видовой куб появляются значки управления кубом, которые позволят выбрать ортогональные и изометрические виды на модель.



2. Суперштурвал. Суперштурвал  вызывается из панели навигации. Суперштурвал имеет множество функций, управляющих видом на модель и видом самого штурвала.

3. Инструменты панели навигации в окне. На панели навигации в правой верхней части рабочего окна находятся команды панорамирования , зумирования , вращения  модели, а также выравнивания выбранных граней или плоскостей (в том числе плоскости эскиза) по плоскости рабочего окна .

4. Использование мыши. Колесико мыши позволяет вращать и зумировать модель.

5. Использование сочетаний клавиш клавиатуры и мыши.

Удобным способом вращения модели является использование одновременного нажатия клавиши <Shift> клавиатуры и колесика мыши.

Клавиши F2, F3, F4 и левая клавиша мыши позволяют осуществлять панорамирование, зумирование и вращение модели, соответственно.

6. Использование клавиатуры. Клавиши со стрелками можно использовать для панорамирования. Клавиша F5 возвращает модель к предыдущему виду.

Клавиша F6 возвращает модель к исходному виду. Задать исходный вид можно с помощью контекстного меню видowego куба.

Общие сведения о сборках

Модели сборочных узлов называются сборками. Сборки состояются из отдельных деталей аналогично тому, как детали создаются из отдельных конструктивных элементов. Сложные сборки кроме деталей могут содержать в себе другие сборки (рис. 1). Между деталями существует определенная связанность, позволяющая создать сборочный узел.

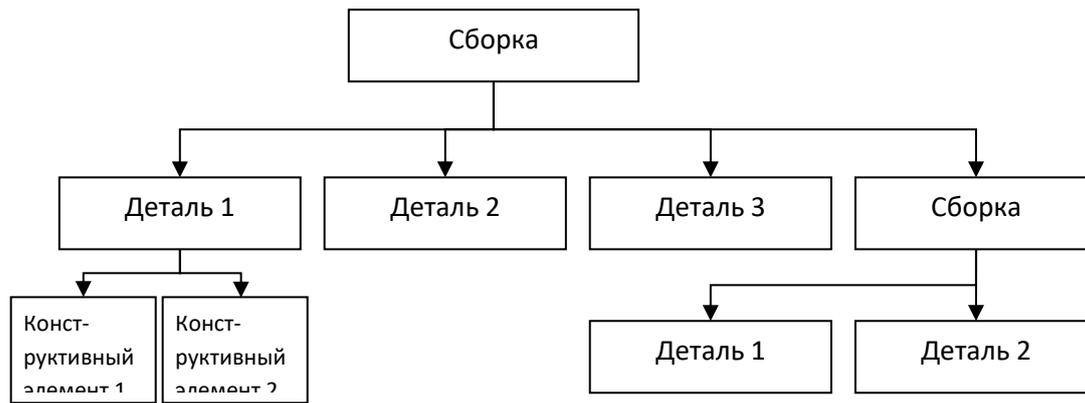


Рис. 1. Структура сборки

Таким образом, сборка – это набор компонентов, связанных друг с другом. В качестве компонентов сборки выступают детали и другие сборки.

Сборки содержатся в файлах сборки, имеющих расширение .iam.

Основные свойства компонентов сборки

С целью упрощения изложения материала в этом разделе речь идет о сборочных деталях, хотя все определяемые далее свойства доступны для любых компонентов сборки, как для деталей, так и для сборок.

Ограничения сборки.

Любая деталь, добавляемая в сборку, может перемещаться и поворачиваться в пространстве в произвольном направлении с помощью "мыши". Говорят, что деталь имеет 6 степеней свободы: поступательные перемещения вдоль осей X, Y, Z и вращения вокруг этих осей. В сборочном узле детали связаны друг с другом и имеют меньшее число степеней свободы.

Чтобы соединить детали друг с другом на них накладывают ограничения (Constraint) или зависимости. Так можно объединить в сборке детали вал и втулку, указав, что они должны быть соосны. После этого втулка сможет свободно перемещаться только вдоль вала и вращаться только вокруг вала. Затем можно исключить поступательное перемещение втулки, наложив дополнительное ограничение на совпадение их торцевых поверхностей.

Ограничения задаются с помощью команд наложения ограничений.

Фиксация в пространстве.

Следующие далее свойства доступны из контекстного меню деталей.

Кроме наложения ограничений на перемещения по отношению к другим деталям, любую деталь можно зафиксировать в пространстве или "заземлить" (Ground). При этом деталь теряет возможность свободного перемещения.

Первая деталь, вставляемая в сборку, автоматически фиксируется в пространстве. Рядом с ней появляется значок фиксации в виде кнопки . Для следующей добавляемой в сборку детали уже может задаваться ограничение относительно зафиксированной детали.

Видимость.

Кроме ограничений и зависимостей для детали можно задавать свойство видимости (Visible). Отключая видимость отдельных деталей, можно упростить анализ устройства сборочного узла, процесс создания новых деталей и сам процесс сборки.

Если сборка достаточно сложная, то рекомендуется отключать видимость несущественных компонентов. При этом скорость работы системы может значительно повыситься.

Отключение.

Отключение детали действует аналогично заданию невидимости. Отключение делает

деталь полупрозрачной, тем самым, с одной стороны, позволяет получить доступ ко всем другим ранее скрытым деталям сборки, а с другой стороны, дает возможность представить общую картину сборки.

Адаптация.

Для любого компонента сборки может быть включено свойство адаптации. Адаптация (Adaptive) одно из важнейших свойств деталей. Включенная адаптивность заставляет деталь изменяться, подстраиваться под изменения размеров, формы, положения в пространстве связанных с ней деталей. Например, при изменении расстояния между верхней и нижней плитой, связанная с ними стойка автоматически меняет свою длину (рис. 2). Так же будет менять свой диаметр адаптивная втулка, насаженная на вал, при изменении диаметра последнего.

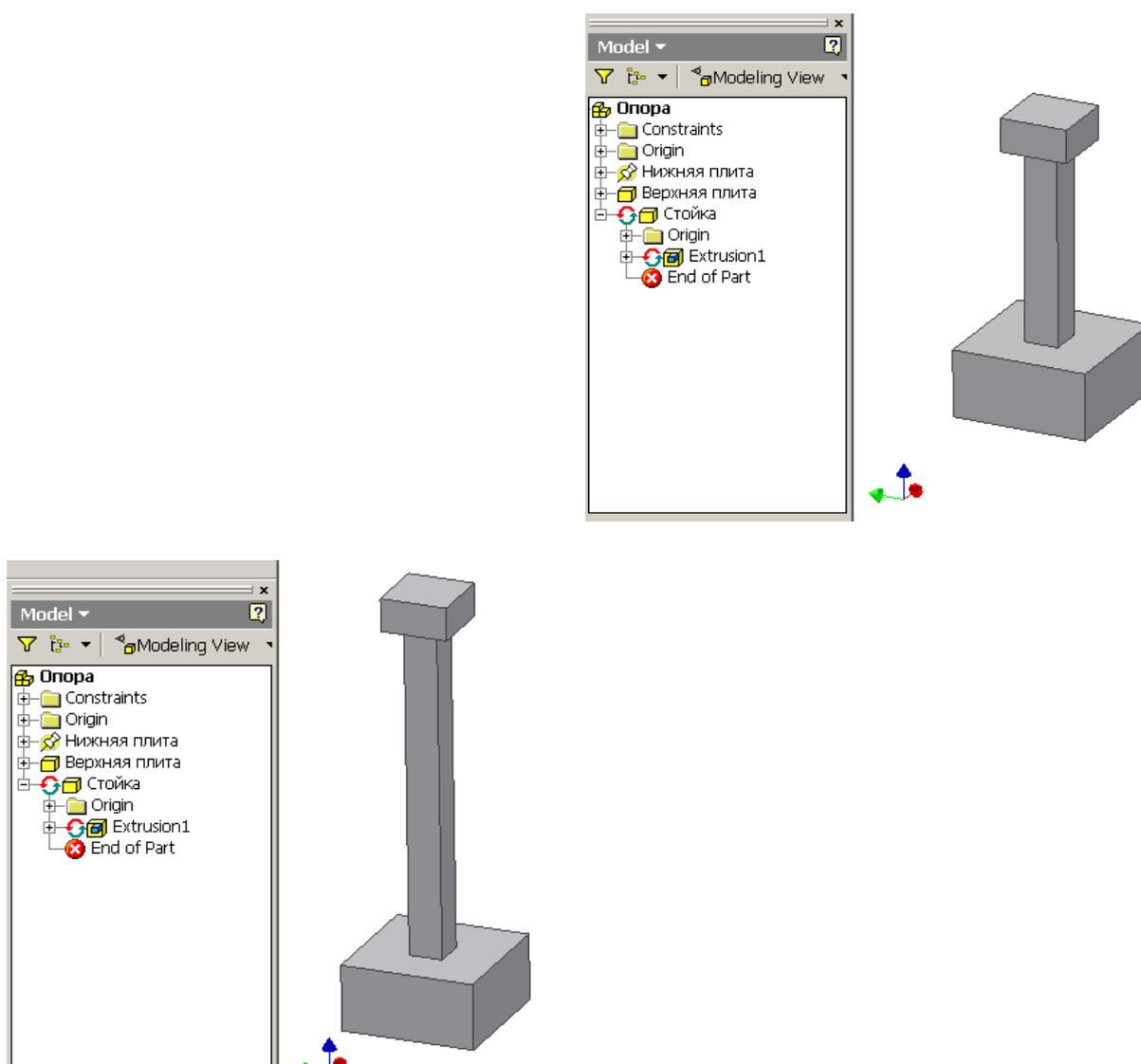


Рис. 2. Адаптация стойки

Методы создания сборок

В зависимости от последовательности создания деталей и сборок различают три метода сборки: "снизу-вверх", "сверху-вниз" и "комбинированный метод". Понятия "снизу" и "сверху" отражают структуру сборки. Предполагают, что отдельные детали образуют более низкий уровень в модели сборки, а сборка, в которую они входят как составные части, – более высокий уровень.

1. Метод "снизу-вверх".

Сначала создаются модели отдельных деталей. Затем создается файл сборки, где размещаются ранее созданные детали. Для деталей задаются ограничения и зависимости сборки. Затем производится анализ сборки, и при необходимости детали подвергаются модификации.

2. Метод "сверху-вниз".

Этот метод предполагает, что моделирование начинается с создания файла новой сборки. Все детали создаются именно в файле сборки. При создании детали конструктор видит все детали и сборочные узлы, входящие в сборку, и имеет возможность постоянного уточнения форм и размеров этих деталей. Такой метод используется, когда имеется общее представление о конструкции сборочного узла, а как должны выглядеть отдельные детали не вполне ясно.

3. Комбинированный метод.

На практике чаще всего используется комбинация указанных методов. Вначале используют метод "снизу-вверх" для создания деталей, конфигурация которых ясна. Для разработки новых деталей и сборок, связанных с существующими, применяют метод "сверху-вниз".



Рис. 3. Инструменты создания сборки

Команды создания сборок

Сборка создается на основе файла шаблона, имеющего расширение .iam (например, standard.iam). При выборе этого шаблона загружается среда для создания новой сборки с рабочей панелью "Assembly Panel" (рис.3).

 - поместить компонент (Place Component). Размещение созданных ранее и существующих деталей и сборок во вновь создаваемой (текущей) сборке. Используется при создании сборки методом "снизу-вверх".

 - создать компонент (Create Component). Создание новой детали или новой сборки в среде текущей сборки. Используется при сборке "сверху-вниз".

 - массив сборки (Pattern Component). Создание прямоугольного или кругового массива из деталей или сборок. Вначале компонент создается или помещается в сборку, затем на него накладываются ограничения. После этого компонент размножается прямоугольным или круговым массивом.

 - разместить ограничение сборки (Place Constraint). Задание ограничения или зависимости для выбранной пары компонентов. Задание ограничений – один из самых важных и ответственных этапов создания сборки. Ограничения позволяют разместить одни детали по отношению к другим вполне определенным образом. Ограничения задаются с помощью окна (рис. 4).

Существует пять типов ограничений: сопряжение -- (mate), заподлицо  (flush), под углом  -- (angle), касание = (tangent), вставка -- (insert).

"Сопряжение" можно использовать для точек, кромок и граней компонентов.

"Заподлицо", то есть на одном уровне, выравниваются грани двух деталей.

"Под углом" могут располагаться между собой две грани или две кромки.

"Касание" приводит к тому, что выбранные плоскости или грани и цилиндрическая поверхность смыкаются друг с другом.

"Вставку" можно задавать для двух круговых кромок. Грани с этими кромками выравниваются "заподлицо" и кромки располагаются концентрично друг другу.

Все виды ограничений, кроме "под углом" имеют параметр "Offset", который позволяет дополнительно сместить объекты в пространстве относительно заданного ограничения.

В системе Autodesk Inventor имеется возможность автоматического наложения ограничений. Для ее реализации необходимо удерживать клавишу <Alt> при перемещении деталей мышью.

Все наложенные ограничения отображаются в браузере. Браузер может работать в двух режимах: просмотр модели - "Modeling View" (рис. 5) и просмотр позиции - "Position View". Режим просмотра модели (Modeling View) служит для отображения и редактирования составных частей модели: эскизов, конструктивных элементов, деталей, сборок. Для просмотра и редактирования ограничений используется режим просмотра позиции (Position View).

 - заменить компонент (Replace Component). Замена одной детали или сборки на другую деталь или сборку. Данная операция заменяет собой две другие операции: удаление существующего в сборке компонента и вставку нового компонента.

б.  - переместить компонент (Move Component). Перемещение деталей или сборок в пространстве. Допускается перемещение любого компонента независимо от наложенных зависимостей и ограничений. Допускается перемещение любого компонента, даже зафиксированного в пространстве. В последнем случае после обновления модели будут перемещены все компоненты, связанные с перемещаемым компонентом. Если компонент не "заземлен", то после обновления он займет положение в соответствии с наложенными ограничениями.

 - повернуть компонент (Rotate Component). Поворот деталей и сборок в пространстве.

 - создать разрез. Создание четвертного, половинного или трехчетвертного разреза по выбранным плоскостям или граням, а также возврат к виду без разреза.

Способы задания адаптации

Свойство адаптации отмечается в браузере  значком (рис. 2). Адаптивность можно задать двумя способами.

1. Явное задание. Для этого используется контекстное меню компонента.

Для того чтобы деталь могла адаптироваться, свойство адаптации необходимо задать также и для соответствующего конструктивного элемента. На рис. 2 показано, что при изменении

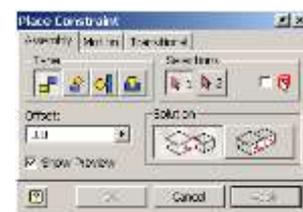


Рис. 4. Задание ограничений сборки.

расстояния между плитами, должен меняться эскизный конструктивный элемент Extrusion 1, образующий стойку. Поэтому он сделан адаптивным. На рис. 5 можно видеть, что втулка, конструктивный элемент Extrusion1 и эскиз Sketch1 являются адаптивными. Нельзя задавать те размеры эскиза, которые будут меняться при адаптации.



Рис. 5. Задание свойства адаптации для втулки

Так как втулка имеет свойство адаптивности и должна изменять свой внутренний диаметр при изменении диаметра вала, то для нее достаточно задать толщину (рис. 5).

2. Автоматическое задание. Адаптивность может задаваться автоматически при создании новых деталей в среде сборки методом "сверху-вниз".

Для этого необходимо использовать геометрию уже существующих деталей. Так торцевую плоскость вала можно выбрать в качестве плоскости эскиза. На эту плоскость следует спроецировать кромку вала и затем нарисовать концентричную окружность. При этом эскиз, конструктивный элемент и деталь становятся адаптивными. Если вал будет менять диаметр, то будет изменяться проекция его кромки и затем втулка (рис.6).

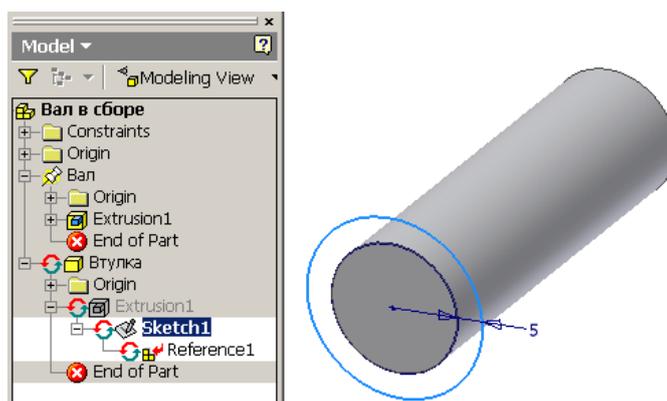


Рис. 6. Автоматическое задание адаптивности

Следует отметить, что в этом случае на детали автоматически будет накладываться ограничение на совпадение поверхностей.

Проверка на пространственные пересечения

Система позволяет осуществлять проверку компонентов сборки на наличие пространственных пересечений. Для этого используется команда Analyze Interference ("Анализ пересечения") из меню "Tools" ("Инструменты"). Если пересечение деталей будет найдено, то система определит объем тела пересечения и положение его центра масс.

Создание презентаций сборок в системе Autodesk Inventor

Презентации (или представления) основаны на сборках, они представляют собой схемы сборки деталей.

Презентации предназначены для того, чтобы пояснить процесс сборки деталей, визуально показать, как и в какой последовательности детали связываются друг с другом.

Презентации могут создаваться в двух вариантах.

1. В виде статичных схем сборки, изображающих разнесенные в пространстве детали и траектории их разнесения. Такие схемы могут быть в дальнейшем выведены на бумагу.
2. В виде анимационных роликов (видеофильмов), показывающих последовательное перемещение деталей в процессе сборки. Такие ролики могут быть сохранены в формате видеофильмов и в дальнейшем просматриваться без загрузки системы Autodesk Inventor.

Каждая презентация может состоять из нескольких видов или схем сборки, отображающих различные представления одной и той же сборки. Вид может отображать не всю сборку, а только ее часть, показывать только отдельные группы деталей.

Файлы презентаций имеют расширение *.ipn*.

Кроме файлов презентаций могут быть созданы видеофайлы, имеющие расширение *.avi*. Видеофайлы могут просматриваться с помощью видеоплеера операционной системы.

Команды создания презентаций

Новые презентации создаются на основе шаблона с расширением *.ipn*, например, "Обычный.*ipn*". При выборе такого шаблона загружается лента меню с панелью инструментов "Создать" на вкладке "Представление" (рис. 2).



1. **Создать вид**. Создание вида сборки требует указания файла сборки. Выбранная сборка отображается на экране. Файл сборки может содержать различные видовые представления с разной степенью детализации. При создании вида презентации можно выбрать одно из видовых представлений, где, например, будет отображаться не вся сборка целиком, а только ее часть.

При создании вида необходимо указать метод разнесения деталей в пространстве (метод разборки). Существуют два метода разнесения деталей в пространстве: ручной и автоматический. Автоматический метод позволяет автоматически определить направления и разнести детали на заданное расстояние. Полученную таким образом схему в дальнейшем можно отредактировать в ручном режиме.



2. **Сдвинуть компоненты**. При вызове команды отображается диалоговое окно (рис. 3), позволяющее формировать схемы сборки.

Задается направление сдвига. Для этого задается точка начала и ориентация осей системы координат. Затем выбирается одна из осей, задается вариант сдвига относительно этой оси (смещение вдоль оси или вращение вокруг оси), и вводится величина сдвига (расстояние для смещения или угол для вращения).

Выбираются компоненты для сдвига (одна деталь или сразу несколько деталей). Дается команда "Применить".

Компоненты можно сдвигать в пространстве на нужную величину непосредственно с помощью мыши. При этом формируются траектории сдвигов. Линии сдвига в дальнейшем

можно редактировать.



3. **Анимация**. Команда позволяет создавать анимационные ролики, показывающие движение компонентов в процессе сборки (рис. 4). Полученные ролики можно сохранить в формате видео (файле .avi). Команда имеет средства, позволяющие задавать очередность перемещения деталей, группировать отдельные детали для совместного одновременного движения и другие.

Расчет деталей и сборок на прочность и жесткость методом конечных элементов в системе Autodesk Inventor

Метод конечных элементов – численный метод решения дифференциальных уравнений, встречающихся при математическом описании поведения различных объектов в различных условиях: течения жидкостей и газов, деформирования высокоэластичных тел, деталей машин под действием внешних нагрузок. С помощью МКЭ можно рассчитывать распределение напряжений, деформаций, скоростей, температур, электрического потенциала, определять вибрации и другие параметры объектов в процессе их эксплуатации.

Использование МКЭ, даже для решения простых задач, предполагает огромный объем вычислений, который невозможно выполнить без использования ЭВМ достаточной мощности и специальных программных систем автоматизированного проектирования (САЕ систем). Система Autodesk Inventor обладает функциями САЕ систем, она позволяет проводить расчеты напряжений и деформаций в построенных моделях деталей и сборок, а также рассчитывать частоты их собственных колебаний. Мы будем рассматривать методы расчета напряжений в деталях и сборках, находящихся под действием внешних статических нагрузок.

При использовании МКЭ технический объект разбивается на множество однотипных элементов простой геометрической формы, называемых конечными элементами (КЭ). Все конечные элементы объединяются друг с другом в некоторых точках пространства, называемых узлами. В совокупности КЭ и узлы образуют конечно-элементную модель объекта.

В целом использование МКЭ сводится к следующим основным этапам:

1. Моделирование конструкции. На этом этапе создается трехмерная твердотельная модель реальной физической конструкции, которая разбивается на множество конечных элементов. Для элементов задаются свойства материалов.
2. Задаются граничные условия (условия закрепления конструкции, деформация конструкции).
3. Задаются контакты между деталями в сборке (если рассчитывается сборка из деталей).
4. Формируются внешние нагрузки (силы, моменты, давления).
5. Проводится расчет модели.
6. Анализируются результаты расчета.

Основные типы конечных элементов

Существуют сотни конечных элементов различных видов. Конечные элементы различаются размерностью в пространстве, формой, количеством узлов, свойствами материала и другими параметрами.

В зависимости от размерности различают одномерные, двумерные и трехмерные

КЭ.

Одномерные КЭ используются для моделирования ферм, сборных конструкций из металлопроката, балок, длинных валов, стержней и т.п. Существуют КЭ с двумя узлами (линейные) и криволинейные КЭ с тремя и большим количеством узлов. КЭ стержневого типа используются в тех случаях, когда элементы конструкции работают только на растяжение и сжатие. В случае возникновения изгибающих и крутящих моментов используются балочные КЭ.

Двумерные КЭ используются для моделирования плоских конструкций и оболочек с участками постоянной толщины. Используются треугольные и квадратные элементы. Элементы различаются количеством узлов и криволинейностью сторон. Имеются мембранные элементы, которые не воспринимают моменты в плоскости элемента и любые нагрузки вне плоскости элемента, и пластинчатые элементы, работающие на изгиб и кручение.

Трехмерные КЭ используются для моделирования тел сложной геометрической формы. Различают тетраэдральные, призматические и гексаэдральные элементы с различным количеством узлов.

В данной работе для расчета конструкций используются трехмерные КЭ.

Плоские и объемные элементы образуют своими ребрами в конечноэлементной модели сетку КЭ. Таким образом, реальный объект представляется в виде сетки КЭ. Не существует строгих правил построения таких сеток. Имеются общие рекомендации. Чем гуще сетка КЭ, чем больше узлов содержит КЭ, тем точнее получаются результаты расчета, однако при этом увеличивается время расчета конструкции, иногда очень существенно. Поэтому следует выбирать размеры и форму КЭ таким образом, чтобы обеспечить реальное время расчета конструкции и достаточную точность. В тех частях конструкции, где ожидается концентрация напряжений, рекомендуется создавать более густую сетку КЭ, где напряжения меняются мало – более редкую.

В системе Autodesk Inventor сетка формируется в соответствии с настройками пользователя автоматически, и затем может уточняться. Пример сетки трехмерных КЭ приведен на рис. 1.

Университет
Техники 2240

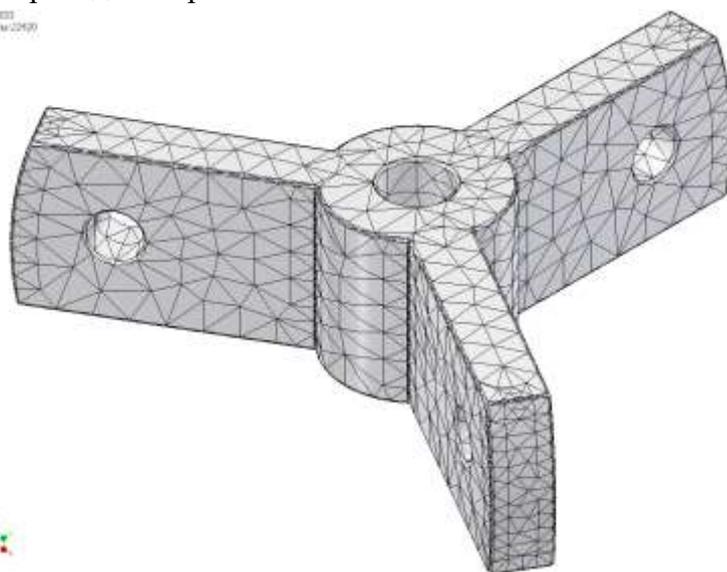


Рис.1. Сетка конечных элементов

