



Организация • Международный Объединенных Наций по • центр компетенций вопросам образования, • в горнотехническом образовании науки и культуры . под эгидой ЮНЕСКО

Международная специальная краткосрочная программа Международного центра компетенций в горнотехническом образовании под эгидой ЮНЕСКО

РАЗРАБОТАНА В РАМКАХ СОДЕЙСТВИЯ ЭКСПОРТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

«ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВЫХ ПРОТОТИПОВ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК И ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ»

Уровень программы: профессиональный

Форма обучения: очная

Объем программы: 68 часов

Руководитель программы:

к.т.н., Игнатьев С.А.

Составитель программы:

к.т.н., Чупин С.А.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

1 Общие положения

1.1 Цель программы:

приобретение теоретических знаний и практических навыков работы с системами автоматизированного проектирования при разработке цифровых прототипов и методам визуализации объектов горного производства.

1.2. Основные задачи программы

• получение дополнительных знаний в области систем автоматизированного проектирования и способов создания сложных трехмерных сборочных моделей объектов горного и нефтяного производства;

• получение дополнительных знаний в области способов упрощения цифровых трехмерных сборочных моделей для оптимизации рабочих процессов при создании цифровых прототипов объектов горного производства;

• получение дополнительных знаний в области реалистичной визуализации цифровых прототипов и создания технических иллюстраций и инструкций сборочных и производственных руководств.

1.3 Категория слушателей:

Студенты, магистранты и аспиранты, обучающиеся по направлениям подготовки, связанным с производством горных работ, конструированием и эксплуатацией горных машин и комплексов, конструированием и эксплуатацией нефте- и газодобычного оборудования.

1.4 Планируемые результаты обучения

Перечень дополнительных профессиональных компетенций, качественное изменение которых осуществляется в результате реализации программы обучения:

• владеть знаниями по современным САПР (CAD/CAM/CAE);

• способность к выбору программного комплекса и прикладной библиотеки в зависимости от поставленной задачи;

• владеть знаниями настройки САПР для решения прикладных и инженерных задач;

• способность выполнять комплекс работ, связанных с проектирование и конструированием горного и нефтяного оборудования с применением САПР включая работу в прикладных библиотеках и приложениях;

• способность к созданию цифровых прототипов горного и нефте-, газодобычного оборудования и горных выработок;

• способность к решению фундаментальных и прикладных задач при оптимизации геометрических параметров конструкций на основе анализа в САПР;

• способность к созданию технических иллюстраций и инструкций для сборочных работ и презентаций изделийи цифровых прототипов, обладающих реалистичным видом.

1.5 Требования к результатам освоения программы:

С целью достижения указанных в пункте 1.4 дополнительных профессиональных компетенций, слушатели в процессе освоения программы должны:

Получить знания по вопросам:

- применения современных САПР при проектировании горного, нефте- и газодобычного оборудования;
- основных возможностей библиотек и приложений САПР для решения поставленных задач;

- способов настройки САПР для оптимизации проектной или конструкторской деятельности;
- методов создания деталей сложной формы и упрощения массивных сборочных моделей;
- основного горного оборудования, способов крепления и форм горных выработок;
- возможностей оптимизации формы деталей на основе прочностного анализа;
- современных программных комплексов по визуализации цифровых прототипов и приложений САПР для презентаций изделий.

Развить умения:

- анализа существующих программных комплексов САПР;
- оптимизации рабочего процесс проектирования и конструирования на основе использования прикладных библиотек и приложений;
- по настройке САПР с учетом граничных условия проектирования объектов;
- по упрощению создаваемых цифровых прототипов на основе анализа их работы;
- создания моделей горного оборудования и горных выработок в САПР;
- анализа геометрических форм объектов с целью выбора модели оптимизации на основе предложенной САПР;
- основы работы в прикладных библиотеках и приложениях для создания презентаций изделий и инструкций сборочных работ.

Приобрести навыки:

- работы в САПР при решении задач различной сложности;
- анализа основных преимуществ и недостатков современных САПР;
- моделирования цифровых прототипов механических систем и горных объектов сложной геометрической формы;
- работы в приложениях упрощения массивных сборочных изделий;
- работы при создании цифровых прототипов состоящих из множества отдельных деталей и элементов;
- работы при оптимизации геометрической формы объекта на основе анализа его прочностных свойств в программах САПР;
- создания технических иллюстраций и инструкций для сборочных работ и презентаций изделий.

1.6. Календарный учебный график

Условные обозначения:

Теоретическое обучение	час
Итоговая аттестация	ИА

Форма обучения		Дни недели/ауд.час									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
очная	2	8	8	8	8	-	-	8	8	8	6 ИА

1.7. Учебный план:

				Вт	ом чи	сле	
Nº	Наименование дисциплин (модуля)	Всего часов	Лекции	Практические занятия (семинары)	Самостоятельная работа	Выездные мастер-классы	Итоговая агтестация
1	Введение. Основные сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР)	2	2	-	-	-	-
2	Модуль 1. Цифровые прототипы в САПР	22	4	14	-	4	-
3	Модуль 2. Моделирование выработок и горного оборудования	20	2	14	-	4	-
4	Модуль 3. Прикладные библиотеки и приложения визуализации		4	14	-	-	-
5	Итоговая аттестация	6	-	-	4	-	2
	Всего	68	12	42	4	8	2

1.8 Объем программы и виды учебной работы:

Вид учебной работы	Часы
Лекционные занятия	12
Практические занятия	42
Лабораторные занятия	-
Выездные мастер-классы	8
Итоговая аттестация	2
Всего очных занятий	64
Самостоятельная работа, включая подготовку к итоговой аттестации	4
Общий объем программы	68

2. Содержание обучения:

2.1 Содержание обучения по программе:

Наименование разделов профессионального модуля, тем	Содержание учебного материала	Объем часов
Введение. Основные сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР)	Модуль включает в себя основные термины и определения в системах автоматизированного проектирования (САПР). Цели САПР. Виды САПР. Классификация САПР. Возможности использования САПР. Отраслевое использование САПР. Целевые назначения САПР. Основные САПР. Общие сведения об AutoCAD. Общие сведения об Bricscad. Общие сведения об Autodesk Inventor. Общие сведения об SolidWorks. Общие сведения об SolidEdge. Общие сведения о Компас 3D. Общие сведения об T-FLEX.	2

Наименование разделов профессионального модуля, тем	Содержание учебного материала	Объем часов
	Общие сведения об РТС Сгео. Общие сведения об NX. Общие сведения об САТІА. Общие сведения об облачных САПР. Общие сведения об Fusion 360. Общие сведения об Onshape.	
Модуль 1. Цифровые прототипы в САПР	Основные элементы интерфейса САПР (Компас, AutoDesk Inventor, AutoCAD). Элементы интерфейса Компас-График. Стандартная панель и ее назначение. Панель текущее состояние и ее назначение. Панель вид и ее назначение. Панель режимы и ее назначение. Главное меню и его назначение. Заголовок окон и его назначение. Рабочая область. Строка сообщений и ее назначение. Компактная панель и ее назначение. Менеджер библиотек. Основные принципы работы в AutoCAD. Настройка AutoCAD. Основные элементы интерфейса AutoCAD. Меню приложений. Панель быстрого доступа. Графический экран. Модели. Листы. Командная трока. Панель координат. Лента. Тематическая панель. Адаптация интерфейса. Настройка Autodesk Inventor. Ленточный интерфейс Autodesk Inventor. Панель быстрого доступа Autodesk Inventor. Команды Autodesk Inventor. Вкладки Autodesk Inventor. Панель навигации Autodesk Inventor. Новые возможности Компас и других продуктов ООО «Аскон». Опыт применения Компас при проектировании горных выработок и горно- шахтного, нефтегазового оборудования.Создание нового документа типа Деталь. Работа с геометрическими объектами. Основные принципы создания геометрических объектов. Построение поверхностей по сети точек. Построение поверхностей по кривым. Построение поверхностей по кривым. Построение оболочек. Комбинирование элементов в отдельную деталь.	22
Модуль 2. Моделирование выработок и горного оборудования	Типы выработок. Формы поперечного сечения выработок. Типы сопряжений горных выработок. Выемочные машины. Механизированные крепи. Бурильные машины. Погрузочные и буропогрузочные машины. Вспомогательное оборудование горных работ. Транспортные машины. Моделирование горизонтов шахт и рудников. Моделирование наклонных выработок. Моделирование крепей. Моделирование барабана привода ленточного конвейера. Моделирование бурового шнека. Моделирование обечайки. Построение вала.	20

Наименование разделов профессионального модуля, тем	Содержание учебного материала	Объем часов
Модуль 3. Прикладные библиотеки и приложения визуализации	Расширенные возможности САПР. Методы оптимизации проектирования САПР. Приложения для оптимизации формы. Библиотеки. Библиотеки Оборудование и трубопроводы. Библиотеки металлоконструкции. Библиотеки стандартные изделия. Валы и механические передачи. Развертки. Пружины. Сварные швы. Библиотеки прочностного анализа. Ускорители проектирования. Генератор рам. Генератор форм. Листовой материал. Кабели и жгуты. Сборочные руководства и схемы. Программы визуализации. Реалистичный рендеринг. Анимация. Библиотекаанимации. ArtisanRendering. Inventor studio. Solidworks Visualize. Creo Render Studio Extension. KeyShot. 3D Studio Max. Blender. Autodesk Maya	18

2.2. Рабочие программы дисциплин (модулей) – представлены в Приложении 1.

2.3. Формы аттестаций по программе:

Для оценки качества усвоения знаний, умений и опыта деятельности предусмотрены текущий и итоговый виды контроля.

Текущий контроль успеваемости осуществляется на основе тестов, которые содержат контрольные вопросы по каждому изучаемому модулю и должны быть сданы обучающимися в ходе учебного периода.

Форма итоговой аттестации по программе – зачет.

К зачету допускаются только те слушатели, которые успешно сдали все тесты по изученным модулям.

2.4 Оценочные материалы:

Примерный перечень вопросов для подготовки к тестам и зачету:

- 1. Возможности САПР и области применения.
- 2. Основные системы САПР.
- 3. Различия систем САД, САМ, САЕ.
- 4. Отличие интерфейса программного продукта Компас, AutoCAD, Inventor.
- 5. Особенности облачных САПР.
- 6. Основные виды привязок в системах САПР.
- 7. Схема создания твердотельной модели.
- 8. Способы формирования объемных базовых тел.
- 9. Дерево модели, её назначение.
- 10. Эскиз, определение и назначение. Создание эскизов.
- 11. Создание тел. Операция «Выдавливание».
- 12. Создание тел. Операция «Вращение».
- 13. Создание тел. Операция «Кинематическая».
- 14. Создание тел. Операция «По сечениям».
- 15. Способы создания геометрического массива элементов на детали.
- 16. Способы задания сопряжений при создании сборочной единицы.
- 17. Создание сборочной единицы при проектировании «сверху-вниз» и «снизу-вверх».

- 18. Способы создания оболочек сборочных моделей.
- 19. Способы упрощения массивных сборок.
- 20. Назначение параметризации моделей.
- 21. Отличие построения поверхностей по сети кривых и сети точек.
- 22. Способы сопряжения деталей в сборочной модели.
- 23. Сопряжение деталей методом совмещения и методом качания.
- 24. Способы создания резьбовых отверстий в моделях.
- 25. Библиотеки конструктивных элементов.
- 26. Формы конструкции крепежных рам.
- 27. Состав рамной податливой крепи.
- 28. Что такое СВП 22?
- 29. Размеры межрамной затяжки.
- 30. Этапы создания модели рамной крепи.
- 31. Межрамные соединения.
- 32. Основные операции при сборке.
- 33. Работа с массивом.
- 34. Создание водоотливной канавки.
- 35. Создание почвы выработки.
- 36. Операция спираль цилиндрическая.
- 37. Операция «Обечайка». Назначение.
- 38. Классификация горных машин подземных разработок.
- 39. Типы сопряжения горных выработок.
- 40. Массивы. Назначение. Типы массивов.
- 41. Библиотека металлоконструкции. Назначение.
- 42. Генератор рам. Назначение.
- 43. Генератор форм. Назначение.
- 44. Возможности библиотеки Валы и механические передачи.
- 45. Ускорители проектирования в AutodeskInventor.
- 46. Влияние размера элемента при работе в Генераторе рам.
- 47. ОтличиеKeyshot oтInventor Studio.
- 48. Основные программы визуализации объектов.
- 49. Способы создания анимации.
- 50. Основные операции при создании разнесения сборочных моделей.
- 51. Назначение выбора среды освещения при визуализации.
- 52. Назначение выбора материала при визуализации.
- 53. Основное назначение и способы создания схем сборок.
- 54. Способы создания локального света в Keyshot.
- 55. Способы создания движения камеры в InventorStudio.

2.4.1 Критерии оценивания

Критерии оценок промежуточной аттестации

Оценка	Описание				
Посещение более 50 % занятий; обучающийся твердо зна-					
	грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных				
Зачтено	неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой				
	обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно				
	высокое; в течение курса выполнил работу.				
Посещение менее 50 % занятий; обучающийся не знает зн					
	части материала, допускает существенные ошибки в ответах на				
Не зачтено	вопросы; большинство предусмотренных программой обучения				
	заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом				
	баллов, близким к минимальному.				

Критерии оценок итоговой аттестации: примерная шкала оценивания знаний по выполнению заданий зачета:

Оценка				
Не зачтено	Зачтено			
Посещение менее 50 % лекционных и	Посещение не менее 50 % лекционных и			
практических занятий	практических занятий			
Обучающийся не знает значительной	Обучающийся хорошо знает материал,			
части материала, допускает	грамотно и по существу излагает его,			
существенные ошибки в ответах на	допуская некоторые неточности в ответе на			
вопросы	вопрос.			
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий			
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены			

2.5. Учебно-методические материалы (в том числе конспекты лекций) – представлены в Приложении 2.

2.6.Вид документа, подтверждающий прохождение обучения:

После успешного окончания обучения выдается сертификат о прохождении Международной специальной краткосрочной программы под эгидой Международного центра ЮНЕСКО: «Визуализация цифровых прототипов горных выработок и горного оборудования».

3 Организационно-педагогические условия реализации программы:

3.1 Материально-технические условия реализации программы:

Для реализации программы используются 2 компьютерных класса кафедры Начертательной геометрии и графики, оснащенные15-ю моноблокамии 15-юграфическими станциями для работы студентов и 2 ПК преподавателя с подключенным к ним мультимедийным оборудованием.

			Должность, ученая	Количество		
	Dogurug Ung	Образование	степень, звание, стаж	научных и		
N⁰	Фамилия, имя,	(вуз; год окончания;	работы в данной или	учебно-		
	OTACCIBO	специальность)	аналогичной области,	методических		
			лет	публикаций		
		Руководитель про	ограммы			
1	Игнатьев	Ленинградский горный	Заведующий кафедрой	Более 60		
	Сергей	институт; 1995; Горные	начертательной			
	Анатольевич	машины и оборудование	геометрии и графики,			
			к.т.н., доцент, 22 года			
	Профессорско-преподавательский состав программы					
2	Судариков	Карагандинский	Доцент кафедры	Более 100		
	Александр	политехнический институт;	начертательной			
	Евгеньевич	1984; Строительство	геометрии и графики,			
		подземных сооружений и	к.т.н., 25 лет			
		шахт.				

3.2. Кадровое обеспечение образовательного процесса по программе:

			Должность, ученая	Количество
	Description Use	Образование	степень, звание, стаж	научных и
N⁰	Фамилия, имя,	(вуз; год окончания;	работы в данной или	учебно-
	Отчество	специальность)	аналогичной области,	методических
			лет	публикаций
3	Третьякова	Казанский инженерно-	Доцент кафедры	Более 80
	Злата	строительный институт; 1995;	начертательной	
	Олеговна	Производство строительных	геометрии и графики,	
		материалов и изделий	к.т.н., 8 лет	
4	Исаев	Национально минерально-	Доцент кафедры	Более 20
	Алексей	сырьевой университет	начертательной	
	Игоревич	«Горный»; 2012; Горные	геометрии и графики,	
		машины и оборудование	к.т.н., 4 года	
5	Чупин	Национально минерально-	Доцент кафедры	Более 30
	Станислав	сырьевой университет	начертательной	
	Александрович	«Горный»; 2012; Горные	геометрии и графики,	
		машины и оборудование	к.т.н., 4 года	

Приложение 1

к образовательной программе – «Международная специальная краткосрочная Программа под эгидой Международного центра ЮНЕСКО «<u>Визуализация цифровых прототипов</u> <u>горных выработок и горного оборудования</u>»

Рабочая программа модуля

«Введение. Основные сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР)»

1. Цели и задачи модуля

Цель модуля – получение основных сведений о текущем состоянии современных систем автоматизированного проектирования (САПР) и специализированных приложениях создания цифровых прототипов, и их возможностях.

Основные задачи:

– получение дополнительных знаний о системах автоматизированного проектирования для проектирования, конструирования и создания цифровых прототипов;

– получение дополнительных знаний о преимуществах и недостатках основных систем автоматизированного проектирования.

2. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения модуля «Введение. Основные сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР)» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения модуля
Владение знаниями по	Знать современные САПР для проектировании горного, нефте- и газодобычного оборудования
современным САПР (CAD/CAM/CAE)	Уметь анализировать существующие программные комплексов САПР
	Владеть навыками работы в САПР при решении задач различной сложности
Способность к выбору	Знать основные возможности библиотек и приложений САПР для решения поставленных задач
программного комплекса и прикладной библиотеки в зависимости от поставленной задачи	Уметь оптимизировать рабочий процесс проектирования и конструирования на основе использования прикладных библиотек и приложений
	Владеть анализировать основные преимущества и недостатки современных САПР

3. Структура и содержание модуля

3.1 Разделы модуля и виды занятий

		n	В том числе			Æ
№п/п	Наименование модуля	всего, час	лекц.	практич.	самост.	Форма контроля
1.	Введение. Основные					
	сведения о системах	2	2	_	_	_
	автоматизированного	2	2	_	_	_
	проектирования (САПР)					

3.2 Содержание раздела модуля

№	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
1	Введение. Основные сведения о системах автоматизированно го проектирования (САПР)	Модуль включает в себя основные термины и определения в системах автоматизированного проектирования (САПР). Цели САПР. Виды САПР. Классификация САПР. Возможности использования САПР. Отраслевое использование САПР. Целевые назначения САПР. Основные САПР. Общие сведения об AutoCAD. Общие сведения об Bricscad. Общие сведения об Autodesk Inventor. Общие сведения об SolidWorks. Общие сведения об SolidEdge. Общие сведения о Компас 3D. Общие сведения об T-FLEX. Общие сведения об PTC Creo. Общие сведения об NX. Общие сведения об CATIA. Общие сведения об облачных САПР. Общие сведения об Fusion 360. Общие сведения об Onshape.	2

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

По итогам изучения модуля «Введение. Основные сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР)» контроль и промежуточная аттестация не предусмотрены.

5. Учебно-методическое обеспечение

- 1. Большаков, В. П. Твердотельное моделирование деталей в CAD-системах: AutoCAD, KOMПAC-3D,SolidWorks, Inventor, Creo / Большаков В. П., Бочков А. Л., Лячек Ю. Т. // Питер. 2014. – 304 с.
- 2. Малюх, В.Н. Введение в современные САПР. Курс лекций. / В.Н. Малюх // ДМК-Пресс. 2017. 192 с.
- 3. Латышев, П. Н. Каталог САПР: программы и производители / П. Н. Латышев. // Москва: СОЛОН-Пресс. – 2006. — 608 с.
- 4. Ли Кунву. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) // СПб.: Питер, 2004. 560 с.

6. Материально-техническое обеспечение

Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Рабочая программа модуля «Цифровые прототипы в САПР»

1. Цели и задачи модуля

Цель модуля – приобретение теоретических знаний и практических навыков работы с системами автоматизированного проектирования при разработке цифровых прототипов сложной формы.

Основные задачи:

получение дополнительных знаний по настройкам САПР;

– получение дополнительных знаний и практических навыков по созданию и упрощению цифровых прототипов сложной формы.

2. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения модуля «Цифровые прототипы в САПР» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения модуля
	Знать способы настройки САПР для оптимизации проектной или конструкторской деятельности
Свладение знаниями настроики САПР для решения прикладных и инженерных задач	Уметь настраивать САПР с учетом граничных условия проектирования объектов
	Владеть навыками моделирования цифровых прототипов механических систем и горных объектов сложной геометрической формы
Способность выполнять комплекс работ, связанных с проектирование	Знать методы создания деталей сложной формы и упрощения массивных сборочных моделей
и конструированием горного и нефтяного оборудования с	Уметь упрощать создаваемые цифровые прототипы на основе анализа их работы
применением САПР включая работу в прикладных библиотеках и приложениях	Владеть навыками работы в приложениях упрощения массивных сборочных изделий

3. Структура и содержание модуля

3.1 Разделы модуля и виды занятий

		D		в том числе		đ
№п/п	Наименование модуля	всего, час	лекц.	практич.	самост.	Форма контроля
1.	Модуль 1. Цифровые прототипы в САПР	22	8	14	-	текущий
1.1	Элементы интерфейса САПР	2	2	-	-	-

		D		в том числ	ie	
№п/п	Наименование модуля	всего, час	лекц.	практич.	самост.	Форма контроля
1.2	Создания 3D моделей сложных форм	8	2	6	-	-
1.3	Создание параметрических моделей	2	-	2	-	-
1.4	Сборочные модели сложных конструкций	4	_	4	-	-
1.5	Упрощение массивных сборочных моделей	2	-	2	-	-
1.6	Опыт создания САПР и принципы работы Компас 3D (выездной мастер-класс в компании ООО «Аскон»)	4	4	-	-	-

3.2 Содержание раздела модуля

N⁰	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
1	Элементы интерфейса САПР	Основные элементы интерфейса САПР (Компас, AutoDesk Inventor, AutoCAD). Элементы интерфейса Компас-График. Стандартная панель и ее назначение. Панель текущее состояние и ее назначение. Панель вид и ее назначение. Панель режимы и ее назначение. Главное меню и его назначение. Заголовок окон и его назначение. Рабочая область. Строка сообщений и ее назначение. Компактная панель и ее назначение. Менеджер библиотек. Основные принципы работы в AutoCAD. Настройка AutoCAD. Основные элементы интерфейса AutoCAD. Меню приложений. Панель быстрого доступа. Графический экран. Модели. Листы. Командная трока. Панель координат. Лента. Тематическая панель. Адаптация интерфейса. Настройка Autodesk Inventor. Ленточный интерфейс Autodesk Inventor. Панель быстрого доступа Autodesk Inventor. Команды Autodesk Inventor. Вкладки Autodesk Inventor. Панель навигации Autodesk Inventor.	2
2	Создания 3D моделей сложных форм	Создание нового документа типа Деталь. Работа с геометрическими объектами. Основные принципы создания геометрических объектов. Построение поверхностей по сети точек. Построение поверхностей по кривым. Построение деталей по сечениям. Построение деталей по траектории. Параметрические модели. Сборочные модели. Упрощение внешнего контура модели. Определение оболочек. Комбинирование элементов в отдельную деталь.	2

3.3 Перечень занятий семинарского типа

№ темы	Наименование занятия	Вид занятия	Кол-во час.	
1	Создания 3D моделей сдожных форм	Практическое	6	
1	создания это моделей сложных форм	занятие	0	
C		Практическое	2	
Δ	Создание параметрических моделей	занятие	2	
2		Практическое	1	
5	Соорочные модели сложных конструкции	занятие	4	
4	Упрошение массирных сборонных молетей	Практическое	2	
	упрощение массивных соорочных моделей	занятие	2	

3.4 Перечень мастер-классов

№ темы	Наименование занятия	Вид занятия	Кол-во час.
5	Опыт создания САПР и принципы работы Компас 3D (выездной мастер-класс в компании ООО «Аскон»)	Мастер-класс	4

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

- 1. Основные виды привязок в системах САПР.
- 2. Схема создания твердотельной модели.
- 3. Способы формирования объемных базовых тел.
- 4. Дерево модели, её назначение.
- 5. Эскиз, определение и назначение. Создание эскизов.
- 6. Создание тел. Операция «Выдавливание».
- 7. Создание тел. Операция «Вращение».
- 8. Создание тел. Операция «Кинематическая».
- 9. Создание тел. Операция «По сечениям».
- 10. Способы создания геометрического массива элементов на детали.
- 11. Способы задания сопряжений при создании сборочной единицы.
- 12. Создание сборочной единицы при проектировании «сверху-вниз» и «снизувверх».
- 13. Способы создания оболочек сборочных моделей.
- 14. Способы упрощения массивных сборок.
- 15. Назначение параметризации моделей.
- 16. Отличие построения поверхностей по сети кривых и сети точек.
- 17. Способы сопряжения деталей в сборочной модели.
- 18. Сопряжение деталей методом совмещения и методом качания.
- 19. Способы создания резьбовых отверстий в моделях.
- 20. Библиотеки конструктивных элементов.

5. Учебно-методическое обеспечение

Третьякова, З.О. Компьютерная графика в системе AutoCad (2D проектирование): Методические указания для выполнения практических работ / З.О. Третьякова, М.В. Воронина // СПб. – 2015. – 65 с.

- 2. Исаев, А.И. Компьютерная графика. Твердотельное моделирование в системе Компас 3D: Методические указания для выполнения практических работ / А.И. Исаев, С.А. Чупин // СПб. 2019. 50 с.
- Игнатьев, С.А. Компьютерная графика. Часть 2.: Учебное пособие. / С.А. Игнатьев, М.В. Воронина, О.Н. Мороз, Э.Х. Муратбакеев // «Мегаполис». 2018. 80 с.
- 4. Фоломкин, А.И. Начертательная геометрия и инженерная компьютерная графика. Создание 3D-модели и рабочих чертежей деталей в системе SOLIDWORKS / А.И. Фоломкин, О.Н. Мороз // СПб. 2019. 80 с.
- Воронина, М.В. Компьютерная графика в системе AUTOCAD (3Dмоделирование): Методические указания к самостоятельной работе студентов / М.В. Воронина, З.О.Третьякова // СПб. – 2016. – 82 с.
- 6. Азбука KOMПAC 3D. Режим доступа https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka-KOMPAS-3D.pdf.
- 7. Учебные материалы AutodeskInventor 2020. Режим доступа http://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2020/RUS/.
- 8. Curtis Waguespack Mastering Autodesk Inventor 2014 and Autodesk Inventor LT 2014 // Curtis Waguespack // John Wiley & Sons Inc. 2013. 1034 p.
- L. Scott Hansen Autodesk Inventor 2018 A Tutorial Introduction / L. Scott Hansen // SDC Publications. – 2017. – 384 p.
- 10. Учебные материалы Autodesk: URL: https://knowledge.autodesk.com/

6. Материально-техническое обеспечение

Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа и практических оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы. Для выполнения лабораторных заданий необходимо иметь файлы тестовых заданий и задач, предусмотренных к решению. Файлы выдаются на флеш-носителе на первом ознакомительном занятии. В рамках образовательной программы используется следующее программное обеспечение: «КОМПАС 3DV.18.1», «AutodeskInventor 2020».

Рабочая программа модуля

«Моделирование выработок и горного оборудования»

1. Цели и задачи модуля

Цель модуля – приобретение теоретических знаний и практических навыков работы с системами автоматизированного проектирования при разработке и создании цифровых прототипов горного оборудования и горных выработок.

Основные задачи:

– получение дополнительных знаний по применяемому горному оборудованию, типам крепления и формах выработок;

– получение дополнительных знаний и практических навыков по созданию и цифровых прототипов горного оборудования и горных выработок.

2. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения модуля «Моделирование выработок и горного оборудования» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения модуля				
Овладение способностью к	Знать основное горное оборудование, способы крепления и формы горных выработок				
овладение способностью к созданию цифровых прототипов горного и нефте-, газолобычного	Уметь создавать модели горного оборудования и горных выработок в САПР				
оборудования и горных выработок	Владеть навыками работы при создании цифровых прототипов состоящих из множества отдельных деталей и элементов				

3. Структура и содержание модуля

3.1 Разделы модуля и виды занятий

		Daama	в том числе			D onvo
№п/п	и Наименование модуля		лекц.	практич.	самост.	Форма контроля
1.	Модуль 2. Моделирование выработок и горного оборудования	20	6	14	-	текущий
1.1	Общие сведения о типах и формах подземных горных выработок и применяемого оборудования	2	2	-	-	-
1.2	Моделирование выработок шахт и рудников	8	-	8	-	-
1.3	Моделирование машин и механизмов горного производства	6	-	6	-	-
1.4	Горно-шахтное и буровое оборудование	4	4	-	-	-

Nº	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
1	Общие сведения о типах и формах подземных горных выработок и применяемого оборудования	Типы выработок. Формы поперечного сечения выработок. Типы сопряжений горных выработок. Выемочные машины. Механизированные крепи. Бурильные машины. Погрузочные и буропогрузочные машины. Вспомогательное оборудование горных работ. Транспортные машины. Моделирование горизонтов шахт и рудников. Моделирование горизонтов шахт и рудников. Моделирование наклонных выработок. Моделирование крепей. Моделирование барабана привода ленточного конвейера. Моделирование бурового шнека. Моделирование обечайки. Построение вала.	2

3.3 Перечень занятий семинарского типа

№ темы	Наименование занятия	Вид занятия	Кол-во час.
1	Моделирование выработок шахт и рудников	Практическое занятие	8
2	Моделирование машин и механизмов горного производства	Практическое занятие	6

3.4 Перечень мастер-классов

№ темы	Наименование занятия	Вид занятия	Кол-во час.
3	Горно-шахтное и буровое оборудование	Мастер-класс	4

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

- 1. Формы конструкции крепежных рам.
- 2. Состав рамной податливой крепи.
- 3. Что такое СВП 22?
- 4. Размеры межрамной затяжки.
- 5. Этапы создания модели рамной крепи.
- 6. Межрамные соединения.
- 7. Основные операции при сборке.
- 8. Работа с массивом.
- 9. Создание водоотливной канавки.
- 10. Создание почвы выработки.
- 11. Операция спираль цилиндрическая.
- 12. Операция «Обечайка». Назначение.
- 13. Классификация горных машин подземных разработок.
- 14. Типы сопряжения горных выработок.
- 15. Массивы. Назначение. Типы массивов.

5. Учебно-методическое обеспечение

1. Муратбакеев, Э.Х. Сборочный чертеж бурового шнека: Методические указания для выполнения практических работ / Э.Х. Муратбакеев, В.А. Меркулова, С.В. Янкилевич // СПб. – 2012. – 30 с.

2. Судариков, А.Е. Инженерная и компьютерная графика. Околоствольный двор: Методические указания к самостоятельной работе по выполнению горного чертежа / А.Е. Судариков, З.О. Третьякова, В.А. Меркулова // СПб. – 2019. – 45 с.

3. ГОСТ 2.850-75 Горная графическая документация. Виды и комплектность.

4. ГОСТ 2.851-75 Горная графическая документация. Общие правила выполнения горных чертежей.

5. ГОСТ 2.852-75 Горная графическая документация. Изображение элементов горных объектов.

6. ГОСТ 2.853-75 Горная графическая документация. Правила выполнения условных обозначений.

7. ГОСТ 2.854-75 Горная графическая документация. Обозначение условные ситуации земной поверхности.

8. ГОСТ 2.855-75 Горная графическая документация. Обозначение условные горных выработок.

9. ГОСТ 2.856-75 Горная графическая документация. Обозначение условные производственно-технических объектов.

10. ГОСТ 2.857-75 Горная графическая документация. Обозначения условные полезных ископаемых, горных пород и условий их залегания.

11. Ломоносов, Г.Г. Горно-инженерная графика / Г.Г. Ломоносов, А.И. Арсентьев, И.А. Гудкова и др. // М.: «Недра». – 1976. – 263 с.

12. Воронина, М.В. Компьютерная графика: методические указания к лабораторным работам / М.В. Воронина // СПб. – 2018. – 80 с.

6. Материально-техническое обеспечение Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа и практических оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы. Для выполнения лабораторных заданий необходимо иметь файлы тестовых заданий и задач, предусмотренных к решению. Файлы выдаются на флеш-носителе на первом ознакомительном занятии. В рамках образовательной программы используется следующее программное обеспечение: «КОМПАС 3DV.18.1».

Рабочая программа модуля

«Прикладные библиотеки и приложения визуализации»

1. Цели и задачи модуля

Цель модуля – приобретение теоретических знаний и практических навыков реалистичной визуализации цифровых прототипов и создания технических иллюстраций и инструкций сборочных и производственных руководств.

Основные задачи:

 получение дополнительных знаний и практических навыков по способам оптимизации формы деталей на основе прочностного анализа;

– получение дополнительных знаний и практических навыков по работе в библиотеках и приложениях по созданию реалистичной визуализации цифровых прототипов и презентаций изделий.

2. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения модуля «Прикладные библиотеки и приложения визуализации» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые профессиональные компетенции	Основные показатели освоения модуля		
Овладение способностью к решению фундаментальных и прикладных задач при оптимизации геометрических	Знать возможности оптимизации формы деталей на основе прочностного анализа Уметь анализировать геометрические формы объектов с целью выбора модели оптимизации на основе предложенной САПР		
параметров конструкций на основе анализа в САПР	Владеть навыками работы при оптимизации геометрической формы объекта на основе анализа его прочностных свойств в программах САПР		
Овладение способностью к	Знать современных программных комплексов по визуализации цифровых прототипов и приложений САПР для презентаций изделий		
созданию технических иллюстраций и инструкций для сборочных работ и презентаций	Уметь работать в прикладных библиотеках и приложениях для создания презентаций изделий и инструкций сборочных работ		
обладающих реалистичным видом	Владеть навыками создания технических иллюстраций и инструкций для сборочных работ и презентаций изделий		

3. Структура и содержание модуля

3.1 Разделы модуля и виды занятий

	Наименование модуля	D	в том числе			A
№п/п		всего, час	лекц.	практич.	самост.	Форма контроля
1.	Модуль 3. Прикладные библиотеки и приложения визуализации	18	4	14	-	текущий

	Наименование модуля	Всего, час	в том числе			æ
№п/п			лекц.	практич.	самост.	Форма контроля
1.1	Способы оптимизации проектирования в САПР	4	2	2	-	-
1.2	Общие сведения о прикладных библиотеках и приложениях визуализации	2	2	-	-	-
1.3	Реалистичная визуализация цифровых прототипов горных выработок и горного оборудования	4	_	4	-	-
1.4	Анимация цифровых прототипов	4	-	4	-	-
1.5	Создание инструкций и схем сборок конструкций горного производства	4	-	4	-	-

3.2 Содержание раздела модуля

Nº	Наименование тем	Содержание учебного материала	Объем часов
1	Способы оптимизации проектирования в САПР	Расширенные возможности САПР. Методы оптимизации проектирования САПР. Приложения для оптимизации формы. Библиотеки. Библиотеки Оборудование и трубопроводы. Библиотеки металлоконструкции. Библиотеки стандартные изделия. Валы и механические передачи. Развертки. Пружины. Сварные швы. Библиотеки прочностного анализа. Ускорители проектирования. Генератор рам. Генератор форм. Листовой материал. Кабели и жгуты. Сборочные руководства и схемы.	2
2	Общие сведения о прикладных библиотеках и приложениях визуализации	Программы визуализации. Реалистичный рендеринг. Анимация.Библиотекаанимации. Artisan Rendering. Inventor studio. Solidworks Visualize. Creo Render Studio Extension. KeyShot. 3D Studio Max. Blender. Autodesk Maya.	2

3.3 Перечень занятий семинарского типа

№ темы	Наименование занятия	Вид занятия	Кол-во час.	
1	Способи оптимизации проектирорация в САПР	Практическое	2	
1	Спосоові оптимизации проектирования в САТП	занятие	2	
2	Реалистичная визуализация цифровых прототипов	Практическое	1	
2	горных выработок и горного оборудования	занятие	+	
3		Практическое	4	
5	Анимация цифровых прототипов	занятие		
4	Создание инструкций и схем сборок конструкций	Практическое	4	
	горного производства	занятие	4	

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

- 1. Библиотека металлоконструкции. Назначение.
- 2. Генератор рам. Назначение.
- 3. Генератор форм. Назначение.
- 4. Возможности библиотеки Валы и механические передачи.
- 5. Ускорители проектирования в AutodeskInventor.
- 6. Влияние размера элемента при работе в Генераторе рам.
- 7. ОтличиеKeyshot отInventor Studio.
- 8. Основные программы визуализации объектов.
- 9. Способы создания анимации.
- 10. Основные операции при создании разнесения сборочных моделей.
- 11. Назначение выбора среды освещения при визуализации.
- 12. Назначение выбора материала при визуализации.
- 13. Основное назначение и способы создания схем сборок.
- 14. Способы создания локального света в Keyshot.
- 15. Способы создания движения камеры в InventorStudio.

5. Учебно-методическое обеспечение

1. Минеев, М. А. Компас-3D. Полное руководство. От новичка до профессионала / Минеев М. А., Финков М. В., Жарков Н. В. // Наука и Техника. – 2019. – 656 с.

2. Aзбука компас URL: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka-KOMPAS-3D.pdf (дата обращения 05.05.2019).

3. Учебные материалы ACKOH: URL:

https://edu.ascon.ru/main/library/study_materials.

4. Учебные материалы Autodesk: URL: https://knowledge.autodesk.com/

6. Материально-техническое обеспечение Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа и практических оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы. Для выполнения лабораторных заданий необходимо иметь файлы тестовых заданий и задач, предусмотренных к решению. Файлы выдаются на флеш-носителе на первом ознакомительном занятии. В рамках образовательной программы используется следующее программное обеспечение: «КОМПАС 3DV.18.1», «AutodeskInventor 2020.

Приложение 2 к образовательной программе – «Международная специальная краткосрочная Программа под эгидой Международного центра ЮНЕСКО «Визуализация цифровых прототипов горных выработок и горного оборудования»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения материала программы предусматривает активное использование современных инновационных образовательных технологий. Формы обучения: индивидуальные и групповые. Методы обучения:

- работа с преподавателем, - работа в коллективе обучающихся,

- самостоятельная работа.

При освоении дисциплины используются следующие виды активной и интерактивной форм обучения для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций:

- совместное погружение в проблемное поле;

- обсуждение сложных вопросов и проблем;

- работа в малых группах; - разборы конкретных ситуаций и т.д. Процесс освоения дисциплины предусматривает следующие работы:

1. Контактная работа (аудиторная работа: лекционные, практические, мастер-классы, консультации);

2. Самостоятельная работа;

3. Контрольные мероприятия (промежуточные и итоговые аттестации).

Методические указания для обучающихся по лекционным занятиям по модулю

Лекция является наиболее экономичным способом передачи учебной информации, т.к. при этом обширный материал излагается концентрировано, в логически выдержанной форме, с учетом характера профессиональной деятельности обучаемых. Лекция закладывает основы научных знаний в обобщенной форме. На лекционных занятиях преподаватель:

- знакомит обучающихся с общей методикой работы над курсом;

- дает характеристику учебников и учебных пособий, знакомит слушателей с обязательным списком литературы;

- рассказывает о требованиях к промежуточной аттестации;

- рассматривает основные теоретические положения курса;

- разъясняет вопросы, которые возникли у обучающихся в процессе изучения курса. Лекционное занятие преследует 5 основных дидактических целей:

- информационную (сообщение новых знаний);

- развивающую (систематизация и обобщение накопленных знаний);

- воспитывающую (формирование взглядов, убеждений, мировоззрения);

- стимулирующую (развитие познавательных и профессиональных интересов);

- координирующую с другими видами занятий.

В процессе прослушивания лекций очень важно умение обучающихся конспектировать наиболее значимые моменты теоретического материала. Конспект помогает внимательнее слушать, лучше запоминать в процессе записи, обеспечивает наличие опорных материалов при подготовке к лабораторным занятиям и промежуточной аттестации. В этой же тетради следует записывать неясные вопросы, требующие уточнения на занятии. Рекомендуется в тетради отвести место для словаря, куда в алфавитном порядке вписываются специальные термины и пояснения к ним.

Методические указания для обучающихся по практическим занятиям по модулю

Практическое занятие– форма систематических учебных занятий, с помощью которых обучающиеся изучают тот или иной раздел определенной научной дисциплины, входящей в состав учебного плана.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение заданий проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях обучающийся не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении заданий нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если обучающийся видит несколько путей решения проблемы, то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы. Решение проблемных заданий или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждого учебного задания должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данного задания. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение заданий данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

При подготовке к практическим занятиям следует использовать основную литературу из представленного списка, а также руководствоваться приведенными указаниями и рекомендациями. Для наиболее глубокого освоения дисциплины рекомендуется изучать литературу, обозначенную как «дополнительная» в представленном списке. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить

23

наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий.

Обучающемуся рекомендуется следующая схема подготовки к занятию:

1. Проработать конспект лекций;

2. Прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу;

3. Ответить на вопросы плана семинарского занятия;

4. Выполнить домашнее задание;

5. Проработать тестовые задания и задачи;

6. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В процессе подготовки изучают рекомендованные преподавателем источники литературы, а также самостоятельно осуществляют поиск релевантной информации.

Методические указания для обучающихся по мастер-классам

Одной из современных педагогических форм, позволяющих демонстрировать новые возможности профессионализма, является мастер-класс.

Целью проведения мастер-класса является демонстрация достижений специалиста как подлинного мастера в своей области.

Мастерство — это всегда высокий профессионализм, большой и разнообразный опыт определенной деятельности, обширные познания теории и практики в конкретной сфере. Основной принцип мастер-класса: «Я знаю, как это сделать, и я научу вас». К особенностям проведения мастер-класса можно отнести следующие:

– основная форма взаимодействия со слушателями — сотрудничество, сотворчество, совместный поиск;

 формы, методы, технологии работы в процессе проведения мастер-класса участникам не навязываются, а предлагаются;

– на одном из этапов мастер-класса слушателям предлагается самостоятельная работа в малых группах, создающая условия для включения всех в активную деятельность и позволяющая провести обмен мнениями.

Задачи мастер-класса:

 передача педагогом-мастером своего опыта путем прямого и комментированного показа последовательности действий, методов, приемов;

– совместная отработка приемов решения поставленной в программе мастер-класса проблемы;

– рефлексия собственного профессионального мастерства участниками мастер-класса;

– оказание помощи участникам мастер-класса в определении задач саморазвития, самообразования и самосовершенствования

Перед началом мастер-класса обучающиеся должны пройти инструктаж по технике безопасности и расписаться в журнале за технику безопасности.

Мастер разбивает задание на ряд задач. Группам предстоит придумать способ их решения. Причём участники свободны в выборе метода, темпа работы, пути поиска. Каждому предоставляется независимость в выборе пути поиска решения, дано право на ошибку и на внесение корректив.

Когда группа выступает с отчётом о выполнении задачи, важно, чтобы в отчёте были задействованы все. Это позволяет использовать уникальные способности всех участников мастер-класса, даёт им возможность самореализоваться, что позволяет учесть и включить в работу различные способы познания каждого педагога.

Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе по дисциплине (модулю)

Достижение целей эффективной подготовки обучающихся и развитие профессиональных компетенций невозможно без их целеустремленной самостоятельной работы. Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих систем, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации.

Основная цель данного вида занятий состоит в обучении методам самостоятельной работы с учебным материалом, нормативноправовыми актами, научной литературой, с ситуационными задачами, развитие способности самостоятельно повышать уровень профессиональных знаний, реализуя специальные средства и методы получения нового знания, и использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности. Состав самостоятельной работы:

1. Подготовка к лекционным и практическим занятиям:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);

- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;

- работа с конспектом;

- подготовка вопросов для самостоятельного изучения

2. Подготовка к лабораторным занятиям:

- работа со справочниками и др. литературой;

- формирование отчета о выполнении лабораторного занятия;

- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению по результатам лабораторного занятия;

3. Подготовка к мастер-классам:

- обучающиеся должны ознакомиться с анонсом мероприятия, предусмотренных программой мастер-класса;

- необходимо предварительно ознакомится со структурой предприятия, на базе которого будет проводиться мастер-класс, основными направлениями, которыми занимается предприятие или компания.

4. Подготовка к промежуточной и итоговой аттестациям:

- повторение всего учебного материала модуля

- аналитическая обработка текста; периодического, продолжающегося издания или сборника как составная часть его основного текста.

Методические указания для обучающихся по промежуточной и итоговой аттестации по дисциплине (модулю)

В период подготовки к промежуточной и итоговой аттестации обучающихся вновь обращаются к пройденному учебному материалу. При этом они не только закрепляют полученные знания, но и получают новые. Подготовка обучающегося к аттестации включает в себя три этапа:

- самостоятельная работа в течение курса;

- непосредственная подготовка в дни, предшествующие промежуточной и итоговой аттестации по темам курса;

- подготовка к ответу на вопросы.

Подготовка к аттестации осуществляется на основании списка вопросов по изучаемому курсу, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации среды интернет. Литература для подготовки к промежуточной аттестации рекомендуется преподавателем. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух источников. Обучающийся вправе сам придерживаться любой из представленных в литературе точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации.

Основным источником подготовки к промежуточной и итоговой аттестации является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к аттестации обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем. Для подготовки к аттестации преподаватель проводит консультацию по возникающим вопросам. Промежуточная аттестация проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный окончании ответа преподаватель материал. По может задать обучающемуся дополнительные и уточняющие вопросы. Оценка качества подготовки обучающихся осуществляется в двух основных направлениях: оценка уровня освоения дисциплин и оценка уровня сформированности компетенций обучающихся. Предметом оценивания являются знания, умения и практический опыт обучающихся.

Положительно будет оцениваться стремление обучающихся изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам.

Учебно-методические материалы (в том числе конспекты лекций)

«Визуализация цифровых прототипов горных выработок и горного оборудования»

Дисциплина (модуль)

«Введение. Основные сведения о системах автоматизированного проектирования (САПР)»

Система автоматизированного проектирования, САПР, САD – автоматизированная информационную система, реализующая технологию выполнения функций представляет собой организационно-техническую систему, проектирования, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности. Также для обозначения подобных систем широко используется аббревиатура САПР (система автоматизации проектных работ). Такая расшифровка точнее соответствует аббревиатуре. Для перевода САПР на английский язык зачастую используется аббревиатура CAD (англ. computer-aided design), подразумевающая использование компьютерных технологий в проектировании. Однако в ГОСТ 15971-90 это словосочетание приводится как стандартизированный англоязычный эквивалент термина "автоматизированное проектирование". Понятие CAD не является полным эквивалентом САПР, как организационно-технической системы. Термин САПР на английский язык может также переводиться как CAD system, automated design system, CAE system.

В ряде зарубежных источников устанавливается определённая соподчиненность понятий САD, САЕ, САМ. Термин САЕ (computer-aided engineering) определяется как наиболее общее понятие, включающее любое использование компьютерных технологий в инженерной деятельности, включая САD и САМ (computer-aided manufacturing). Для обозначений всего спектра различных технологий автоматизации с помощью компьютера, в том числе средств САПР, используется термин САх (англ. computer-aided technologies).

В рамках жизненного цикла промышленных изделий САПР решает задачи автоматизации работ на стадиях проектирования и подготовки производства. Основная цель создания САПР – повышение эффективности труда инженеров, включая:

– сокращения трудоёмкости проектирования и планирования;

сокращения сроков проектирования;

– сокращения себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;

повышения качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;

- сокращения затрат на натурное моделирование и испытания.

Достижение этих целей обеспечивается путем:

- автоматизации оформления документации;

– информационной поддержки и автоматизации процесса принятия решений;

использования технологий параллельного проектирования;

унификации проектных решений и процессов проектирования;

повторного использования проектных решений, данных и наработок;

стратегического проектирования;

– замены натурных испытаний и макетирования математическим моделированием;

повышения качества управления проектированием;

применения методов вариантного проектирования и оптимизации.

На современном рынке существует большое количество САПР, которые решают разные задачи. В данном обзоре мы рассмотрим основные системы автоматизированного проектирования в области машиностроения.

Классификация САПР

По возможности использования:

– Нижнего уровня или легкие (AutoCAD, Компас-График, Bricscad, CADdy, CADMECH Desktop, MasterCAM, T-FlexCAD, OmniCAD);

– Среднегоуровняилисредние (SolidWorksSolidEdge, Cimatron, Form-Z, AutodeskInventor, CADSolidMaster, иMechanicalDesktop, DesignSpace, Компас 3D);

– ВерхнегоуровняилиТяжелые (CATIA, PTCCreo, NX, ANSYS).

САПР нижнего уровня служат для выполнения почти всех работ с двумерными чертежами и имеют ограниченный набор функций по трехмерному моделированию. С помощью этих систем выполняются порядка 90% всех работ по проектированию. Хотя имеющиеся ограничения делают их не всегда довольно удобными. Область их работы — создание чертежей отдельных деталей и сборок.

САПР среднего уровня по своим возможностям полностью охватывают САПР нижнего уровня, а также позволяют работать со сборками, по некоторым параметрам они уже не уступают тяжелым САПР, а в удобстве работы даже превосходят. Обязательным условием является наличие функции обмена данными (или интеграции). Это не просто программы, а программные комплексы. Данные в таких системах могут храниться как в обычной файловой системе, так и в единой среде электронного документооборота и управления данными (РDM- и PLM-системах). Часто в системах среднего класса присутствуют программы для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ (САМ-системы) и другие программы для технологического проектирования. САПР среднего уровня – самые популярные системы на рынке. Они удачно сочетают в себе соотношение «цена/функциональность», способны решить подавляющее число проектных задач и удовлетворить потребности большей части клиентов.

САПР верхнего уровня применяются для решения наиболее трудоемких задач – моделирования поведения сложных механических систем в реальном масштабе времени, оптимизирующих расчетов с визуализацией результатов, расчетов температурных полей и теплообмена и т.д. Обычно в состав системы входят как чисто графические, так и модули для проведения расчетов и моделирования, постпроцессоры для станков с ЧПУ. К сожалению, эти самые мощные САПР наиболее громоздки и сложны в работе, а также имеют значительную стоимость.САПР «тяжелого» уровня не оптимальны для выпуска и корректировки конструкторской документации, которая по-прежнему составляет максимальную долю затрат на проектирование изделия.

По отраслевому назначению:

1. МСАD (англ. mechanical computer-aided design) — автоматизированное проектирование механических устройств. Это машиностроительные САПР, применяются в автомобилестроении, судостроении, авиакосмической промышленности, производстве товаров народного потребления, включают в себя разработку деталей и сборок (механизмов) с использованием параметрического проектирования на основе конструктивных элементов, технологий поверхностного и объемного моделирования (SolidWorks, Autodesk Inventor, КОМПАС, САТІА, РТССгео);

2. EDA (англ. electronic design automation) или ECAD (англ. electronic computeraided design) — САПР электронных устройств, радиоэлектронных средств, интегральных схем, печатных плат и т. п., (Altium Designer, OrCAD);

3. AEC CAD (англ. architecture, engineering and construction computer-aided design) или CAAD (англ. computer-aided architectural design) — САПРвобластиархитектурыистроительства. Используются для проектирования зданий,

промышленных объектов, дорог, мостов и проч. (Autodesk Architectural Desktop, AutoCAD Revit Architecture Suite, Piranesi, ArchiCAD).

По целевому назначению

CAD (англ. computer-aided design/drafting) — средства автоматизированного 1. проектирования, в контексте указанной классификации термин обозначает средства двумерного предназначенные автоматизации САПР. для и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации, и САПР общего назначения.

2. CADD (англ. computer-aided design and drafting) — проектирование и создание чертежей.

3. CAGD (англ. computer-aided geometric design) — геометрическое моделирование.

4. САЕ (англ. computer-aided engineering) — средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий.

5. САА (англ. computer-aided analysis) — подкласс средств САЕ, используемых для компьютерного анализа.

САМ (англ. computer-aided manufacturing) — средства технологической 6. подготовки производства изделий, обеспечивают автоматизацию программирования и управления оборудования с ЧПУ ИЛИ ГАПС (Гибких автоматизированных производственных систем). Русским аналогом термина является АСТПП автоматизированная система технологической подготовки производства.

7. САРР (англ. computer-aided process planning) — средства автоматизации планирования технологических процессов применяемые на стыке систем САD и САМ.

Многие системы автоматизированного проектирования совмещают в себе решение задач относящихся к различным аспектам проектирования CAD/CAM, CAD/CAE, CAD/CAE/CAM. Такие системы называют комплексными или интегрированными. С помощью CAD-средств создаётся геометрическая модель изделия, которая используется в качестве входных данных в системах CAM, и на основе которой в системах CAE формируется требуемая для инженерного анализа модель исследуемого процесса.

AutoCAD

AutoCAD – это базовая САПР, разрабатываемая и поставляемая компанией Autodesk. AutoCAD – самая распространенная САD-система в мире, позволяющая проектировать как в двумерной, так и трехмерной среде. С помощью AutoCAD строятся 3D-модели, создаются и оформляются чертежи и многое другое. AutoCAD является платформенной САПР, т.е. эта система не имеет четкой ориентации на определенную проектную область, в ней можно выполнять любые проекты (строительные, машиностроительные и др.), работать с изысканиями, электрикой и многим другим.

Система автоматизированного проектирования AutoCAD обладает следующими отличительными особенностями:

– стандарт в мире САПР;

широкие возможности настройки и адаптации;

– средства создания приложений на встроенных языках (AutoLISP и пр.) и с применением API;

обилие программ сторонних разработчиков;

Кроме того, Autodesk разрабатывает вертикальные версии AutoCAD - AutoCAD Mechanical, AutoCAD Electrical и другие, которые предназначены для специалистов соответствующей направленности.

Bricscad

В настоящее время на рынке появился целый ряд систем, которые позиционируются, как альтернатива AutoCAD. Среди них можно отдельно отметить Bricscad от компании Bricsys, которая очень активно развивается, поддерживает

напрямую формат DWG и имеет целый ряд отличий, включая инструменты прямого вариационного моделирования, поддержку BIM-технологий.

Autodesk Inventor

Профессиональный комплекс для трехмерного проектирования промышленных изделий и выпуска документации. Разработчик – компания Autodesk.

Особенности Autodesk Inventor:

– продвинутые инструменты трехмерного моделирования, включая работу со свободными формами и технологию прямого редактирования;

– поддержка прямого импорта геометрии из других САПР с сохранением ассоциативной связи (технология AnyCAD);

– тесная интеграция с программами Autodesk - AutoCAD, 3ds Max, Alias, Revit, Navisworks и другими, что позволяет использовать Autodesk Inventor для решения задач в разных областях, включая дизайн, архитектурно-строительное проектирование и пр.;

– поддержка отечественных стандартов при проведении расчетов, моделировании и оформлении документации;

обширные библиотеки стандартных и часто используемых элементов;

 обилие мастеров проектирования типовых узлов и конструкций (болтовые соединения, зубчатые и ременные передачи, проектирование валов и колес и многое другое);

– широкие возможности параметризации деталей и сборок, в том числе управление составом изделия;

встроенную среду создания правил проектирования iLogic.

Для эффективного управления процессом разработки изделий, управления инженерными данными и организации коллективной работы над проектами, Autodesk Inventor может быть интегрирован с PLM-системой Autodesk Vault и схожими системами других разработчиков.

SolidWorks

Трехмерный программный комплекс для автоматизации конструкторских работ промышленного предприятия. Разработчик – компания Dassault Systemes.

Особенности SolidWorks:

– продуманный интерфейс пользователя, ставший образцом для подражания другими системами;

- обилие надстроек для решения узкоспециализированных задач;

 ориентация как на конструкторскую, так и на технологическую подготовку производства;

– библиотеки стандартных элементов;

распознавание и параметризация импортированной геометрии;

интеграция с системой SolidWorks PDM.

SolidEdge

Система трехмерного моделирования машиностроительных изделий, которую разрабатывает Siemens PLM Software.

Особенности SolidEdge:

– комбинация технологий параметрического моделирования на основе конструктивных элементов и дерева построения с технологией прямого моделирования в рамках одной модели;

– расчетные среды, включая технологию генеративного дизайна;

поддержка ЕСКД при оформлении документации;

 расширенные возможности проектирование литых деталей и оснастки для их изготовления; - встроенный модуль автоматизированного создания схем и диаграмм;

– тесная интеграция с Microsoft SharePoint и PLM-системой Teamcenter для совместной работы и управления данными.

Компас 3D

Компас 3D – это система параметрического моделирования деталей и сборок, используемая в областях машиностроения, приборостроения и строительства. Разработчик – компания Аскон (Россия).

Особенности Компас 3D:

простой и понятный интерфейс;

– использование трехмерного ядра собственной разработки (C3D);

– полная поддержка ГОСТ и ЕСКД при проектировании и оформлении документации;

– большой набор надстроек для проектирования отдельных разделов проекта;

– наличие библиотек стандартных элементов АО стандартам ГОСТ, ISO, ASME, DIN;

гибкий подход к оснащению рабочих мест проектировщиков;

– возможность интеграции с системой автоматизированного проектирования технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ и другими системами единого комплекса.

T-FLEX

Отечественная САПР среднего уровня, построенная на основе лицензионного трехмерного ядра Parasolid. Разработчик системы – компания ТопСистемы (Россия).

Особенности T-FLEX:

мощнейшие инструменты параметризации деталей и сборок

– продвинутые средства моделирования;

простой механизм создания приложений без использования программирования;

- интеграция с другими программами комплекса T-FLEX PLM;
- инструменты расчета и оптимизации конструкций.

PTC Creo

Система 2D и 3D параметрического проектирования сложных изделий от компании РТС. САПР РТС Стео широко используется в самых разных областях проектирования.

Особенности РТС Стео:

- эффективная работа с большими и очень большими сборками;
- моделирование на основе истории и инструменты прямого моделирования;
- работа со сложными поверхностями;

 возможность масштабирования функциональности системы в зависимости от потребностей пользователя;

– разные представления единой, централизованной модели, разрабатываемой в системе;

_

тесная интеграция с PLM-системой PTC Windchill.

NX

NX – флагманская система САПР производства компании Siemens PLM Software, которая используется для разработки сложных изделий, включающих элементы со сложной формой и плотной компоновкой большого количества составных частей.

Особенности NX:

– поддержка разных операционных систем, включая UNIX, Linux, Mac OS X и Windows

одновременная работа большого числа пользователей в рамках одного проекта

– полнофункциональное решение для моделирования

– продвинутые инструменты промышленного дизайна (свободные формы, параметрические поверхности, динамический рендеринг)

- инструменты моделирования поведения мехатронных систем
 - глубокая интеграция с PLM-системой Teamcenter.

CATIA

Система автоматизированного проектирования от компании Dassault Systemes, ориентированная на проектирование сложных комплексных изделий, в первую очередь, в области авиастроения и кораблестроения.

Особенности CATIA:

- стандарт САПР в авиастроении;
- ориентация на работу с моделями сложных форм;
- глубокая интеграция с расчетными и технологическими системами;

 возможности для коллективной работы тысяч пользователей над одним проектом;

– поддержка междисциплинарной разработки систем.

Облачные САПР

В последнее время активно начали развиваться «облачные» САПР, которые работают в виртуальной вычислительной среде, а не на локальном компьютере. Доступ к этим САПР осуществляется либо через специальное приложение, либо через обычный браузер. Неоспоримое преимущество таких систем – возможность их использования на слабых компьютерах, так как вся работа происходит в «облаке».

Облачные САПР активно развиваются, и если несколько лет назад их можно было отнести к легким САПР, то теперь они прочно обосновались в категории средних САПР.

Fusion 360

САПР Fusion 360 ориентирована на решение широкого круга задач, начиная от простого моделирования и заканчивая проведением сложных расчетов. Разработчик системы – компания Autodesk.

Особенности Fusion 360:

- продвинутый интерфейс пользователя;
- сочетание разных методов моделирования;
- продвинутые инструменты работы со сборками;

– возможность работы в онлайн и оффлайн режимах (при наличии и отсутствии постоянного подключения к сети Интернет);

- доступная стоимость приобретения и содержания;
- расчеты, оптимизация, визуализация моделей;
- встроенная САМ-система;
- возможности прямого вывода моделей на 3D-печать.

Onshape

Полностью "облачная" САПР Onshape разрабатывается компанией Onshape. Особенности Onshape:

- доступ к программе через браузер или мобильные приложения
- работа только в режиме онлайн;
- узкая направленность на машиностроительное проектирование;
- полный набор функций для моделирования изделий машиностроения;
- контроль версий создаваемых проектов;

– поддержка языка FeatureScript для создания собственных приложений на основе Onshape.

В настоящее время на рынке присутствуют самые разные современные CAD системы, которые отличаются между собой как по функциональности, так и по стоимости. Выбрать подходящую систему автоматизированного проектирования среди многих CAD – непростая задача. При принятии решения необходимо ориентироваться на потребности предприятия, задачи, которые стоят перед пользователями, стоимость приобретения и содержания системы и многие другие факторы.

Контрольные вопросы.

- 56. Возможности САПР и области применения.
- 57. Основные системы САПР.
- 58. Различия систем САД, САМ, САЕ.
- 59. Отличие интерфейса программного продукта Компас, AutoCAD, Inventor.
- 60. Особенности облачных САПР.

Модуль 1

Цифровые прототипы в САПР Лекция 1. Элементы интерфейса САПР Компас 3D.

Компас 3D – семейство систем автоматизированного проектирования с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС. Разрабатывается российской компанией АСКОН. Система ориентирована на поддержку стандартов ЕСКД и СПДС.

Компас 3D – система трёхмерного моделирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий, благодаря удачному сочетанию простоты освоения и легкости работы с мощными функциональными возможностями твердотельного и поверхностного моделирования. Ключевой особенностью продукта является использование собственного математического ядра и параметрических технологий, разработанных специалистами АСКОН.

Основные элементы интерфейса

Компас 3D – это программа для операционной системы Windows. Поэтому ее окно имеет те же элементы управления, что и другие Windows –приложения.



Рисунок 1.1. Главное окно системы

После загрузки программа Компас 3D предлагает выбрать режим работы. При этом доступные режимы работы представлены в нижней части окна по команде Создать или при помощи выделенных команд Чертеж, Фрагмент, Текстовый документ, Спецификация, Сборка и Деталь. Щелчком мыши выберите нужный режим, и вы в него перейдете.

Заголовок расположен в самой верхней части окна. В нем отображается название программы, номер ее версии и имя текущего документа (рисунок 1). Для отображения дополнительной информации необходимо выбрать вариант отображения полного имени файла через команду Сервис \rightarrow Параметры \rightarrow Система \rightarrow Общие \rightarrow Отображение имен файлов.

Главное меню расположено в верхней части программного окна, сразу под заголовком. В нем расположены все основные меню системы. В каждом из меню хранятся связанные с ним команды (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2. Команды меню «Файл»

«Стандартная панель» расположена в верхней части окна системы под Главным меню. На этой панели расположены кнопки вызова стандартных команд операций с файлами и объектами (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3. «Стандартная панель»

На панели «Вид» расположены кнопки, которые позволяют управлять изображением: изменять масштаб и перемещать изображение (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4. Панель «Вид»

Панель «**Текущее состояние**» находится в верхней части окна сразу над окном документа (рисунок 1.5). Состав панели определяется режимом работы системы. Например, в режиме работы с чертежом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т.д.

🛟 1.0 🗸 1.0 🗸 😥 Системный	лой (0) 🗸 🛛 🥖 🖌 📔	∰ ▼ 🛵 ⅃ 🚧 [×] *	10.3709 247.130
---------------------------	-------------------	--------------------------------	-----------------

Рисунок 1.5. Панель «Текущее состояние»

«Панель режимы». Панель, на которой расположены кнопки включения/отключения специальных режимов работы с документами. Набор режимов зависит от типа текущего документа.

В **рабочей области** располагаются окна открытых документов: чертежей, спецификаций, фрагментов и т.д. (рисунок 1.1).

«Компактная панель» находится в левой части окна системы и состоит из «Панели переключения» и «инструментальных панелей». Каждой кнопке на Панели переключения соответствует одноименная инструментальная панель. Инструментальные панели содержат набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Состав панели зависит от типа активного документа (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6. «Компактная панель»

«Панель свойств» служит для управления процессом выполнения команды. На ней расположены одна или несколько вкладок и Панель специального управления (рисунок 1.7).



- Строка сообщений

Рисунок 1.7. «Панель свойств»

«Строка сообщений» располагается в нижней части программного окна. В ней появляются различные сообщения и запросы системы. Это может быть: краткая информация о том элементе экрана, к которому подведен курсор; сообщение о том, ввода каких данных ожидает система в данный момент; краткая информация по текущему действию, выполняемому системой (рисунок 1.7).

«Контекстная панель» отображается на экране при выделении объектов документа и содержит кнопки вызова наиболее часто используемых команд редактирования. Набор команд на панели зависит от типа выделенного объекта и типа документа (рисунок 1.8).



Рисунок 1.8. «Контекстная панель»

«Контекстное меню» – меню, состав команд в котором зависит от совершаемого пользователем действия. В нем находятся те команды, выполнение которых возможно в данный момент. Вызов контекстного меню осуществляется щелчком правой кнопки мыши на поле документа, элементе модели или интерфейса системы в любой момент работы (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9. «Контекстное меню»

«Окно работы с переменными» – позволяет создавать зависимости между разными объектами в виде уравнений и выражений.

«Менеджер библиотек» – позволяет использовать библиотечные элементы в режиме моделирования и оформления чертежа. Это такие элементы, как, например, стандартные крепежные детали, элементы резьбы, пружины, элементы трубопроводов, элементы электрики, а также обозначения материалов, сварных швов и многое другое.

«Панель управления свойств» –предназначена для управления свойствами объекта при его создании и изменении. Она вызывается по команде Редактор → Свойства или с помощью кнопки на панели инструментов «Стандартная» (рисунок 1.10).

🛞 КОМПАС-3D V16.1 х64 - Чертеж БЕЗ ИМЕНИ1 ->Системный вид



Рисунок 1.10. «Панель управления свойств»

С помощью команд панели управления свойствами можно выбрать способ отображения свойств – по категориям или в алфавитном порядке. Можно воспользоваться фильтром для более точного выбора объектов из всего множества объектов. В появившемся окне можно достаточно подробно составить условия выбора. С помощью команд панели управления свойствами можно выбрать способ отображения свойств – по категориям или в алфавитном порядке. Можно воспользоваться фильтром для более точного выбора объектов из всего множества объектов из всего множества объектов или в алфавитном порядке. Можно воспользоваться фильтром для более точного выбора объектов из всего множества объектов. В появившемся окне можно достаточно подробно составить условия выбора.

Панель свойств в режиме моделирования можно настроить через меню Сервис → Параметры → Система → Экран → Панель свойств (рисунок 1.11).


Рисунок 1.11. Настройка «Панели управления свойств»

В качестве примера разработки цифровых прототипов используется САПР Компас 3D. В системе Компас 3D трехмерную модель детали называют просто Деталью. При первоначальном вызове системы на экране (главном окне системы) присутствуют две строки: заголовок и строка главного меню.

Обычно панели инструментов занимают зарезервированные за ними строки на экране, но их местоположение можно менять путем перетаскивания. Чтобы изменить местоположение панели, надо установить курсор на вертикально расположенные точки у левого конца панели и, после изменения вида курсора на четырехстороннюю стрелку, не отпуская левую кнопку мыши перетащить панель на новое место.

На рисунке 1.12 представлена Стандартная панель, которая расположена в верхней части окна системы под Главным меню. На этой панели расположены кнопки вызова стандартных команд для Windows приложений (Создать, Открыть, Сохранить, Печать, Предварительный просмотр, Вырезать, Копировать, Вставить, Отменить последнее действие, Повторить последнее отмененное действие и др.).

Рисунок 1.12. Стандартная панель

На рисунке 1.13 представлена панель инструментов **Вид**. На данной панели расположены кнопки, которые позволяют управлять изображением: менять масштаб, перемещать и вращать изображение, изменять форму представления модели. В табл. 1 представлены названия кнопок расположенных на панели инструментов **Вид**.



Рисунок 1.13. Панель инструментов Вид

Таблица 1

Изображение команды

0

Q

0

÷

1.0

Кнопки панели инструментов Вид Назначение

Показать все. После активации данной команды система подбирает масштаб представления таким образом, чтобы все, уже созданное в документе (включая элементы оформления чертежа), отобразилось в рамках текущего окна документа. «Горячая клавиша» – F9 Увеличить масштаб рамкой, позволяет увеличить масштаб модели в заданной области, путем выделения ее рамкой на экране.

Приблизить/Отдалить

Текущий масштаб. Данная кнопка позволяет отследить или установить масштаб модели на экране. Сдвинуть. Предназначена для перемещения объекта по рабочему полю. «Горячая клавиша» – Shift + центр колесика мыши.

Повернуть. Кнопка Повернуть позволяет вращать деталь на экране монитора. Самый простой режим – вращение вокруг центра габаритного параллелепипеда – включается сразу после нажатия на эту кнопку. После вызова команды изменится внешний вид курсора (он превратится в две дугообразные стрелки).

Ориентация. После нажатия на треугольник кнопки Ориентация на экране появится окно, в котором можно задать текущую ориентацию модели. При смене ориентации изображение модели плавно изменяется на экране.

Отображение каркаса модели – совокупность всех линий контура модели.

Отображение модели без невидимых линий.

Отображение модели с тонкими невидимыми линиями.

Полутоновое отображение модели – проекция модели с учетом оптических свойств ее поверхности.

Полутоновое отображение модели с каркасом позволяет добавить к полутоновому изображению модели видимые линии контура (установлен по умолчанию для всех новых моделей).



0

Изображение команды Назначение Ŷ<u>₁</u> • 🍗 • | 🗊 🌰 • | 🌚 | 🏢 📮 🎭 Системы координат Конструктивные плоскости Скрыть все объекты. Данная команда отменяет или 🏷 Конструктивные оси включает ⁰_В Эскизы одновременный показ на экране всех вспомогательных 🗞 Поверхности объектов (плоскостей, осей, эскизов и др.). Нажатием на 🗞 Изображения резьбы маленький треугольник рядом с кнопкой раскрывается № Пространственные кривые 🎭 Контрольные точки список, в котором можно скрыть (и повторным указанием 🍢 Размеры показать) отдельные группы объектов (см. рис.). №р Условные обозначения 🐕 Компоновочная геометрия Ур Все вспомогательные объекты Сечение модели. Позволяет назначить секущие плоскости n 🔁 🔻 для отображения внутренних компонентов модели. Упрощенное отображение модели позволяет ускорить формирование изображения модели на экране (при 8 изменении ориентации компоненты модели заменяются параллелепипедами, а отрисовка вспомогательных объектов временно отключается). Перестроить. перестраивает все ассоциативные виды активного чертежа (если в чертеже нет ни одного I команда ассоциативного будет вида. недоступна). «Горячая клавиша» – F5.

Панель Текущее состояние (рисунок 1.14) находится в верхней части окна сразу над окном документа. Состав панели различен для разных режимов работы системы. Например, в режимах работы с чертежом, эскизом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т.д.

a)	÷ ∔	📫 1.0 🔹 🚑 🕼 Системный слой (0) 🔹 📴 🕼 🖉 Штуцер (Тел-1) 📼]=
	б)	: 🛟 1.0 🗨 🚧 🕖 Системный слой (0) 🔽 🛅 🖉 📲 🗐 🖵 🗐	



В табл. 2 представлены названия кнопок расположенных на панели инструментов Текущее состояние.

Таблица 2

Назначение
Текущий шаг курсора – показывает шаг курсора при
нажатии клавиш со стрелками (можно ввести или
выбрать из списка другое значение шага).
Средства управления слоями – выводит на экран
диалоговое окно Менеджер документа для
изменения параметров существующих слоев и
создания новых.
Эскиз. Кнопка включения/отключения режима
редактирования эскиза.
Выбор текущей СК – позволяет выбрать
существующие системы координат.

Кнопки панели инструментов Текущее состояние



1

₩.

Г

Управление исполнениями – выводит на экран менеджер документа для работы и создания параметризованной детали с исполнениями.

Привязки – включает или отключает какие-либо глобальные привязки и настраивает их работу. «Горячая клавиша» – Ctrl + D.

Параметрический режим – служит для включения и отключения в текущем документе параметрического режима (когда параметрический режим включен, связи и ограничения накладываются на объекты автоматически; при отключенном параметрическом режиме возможно ручное наложение на объекты связей и ограничений с помощью специальных команд);

Сетка – включает или выключает вспомогательную сетку (чтобы изменить параметры сетки – шаг, внешний вид, цвет и т. д., щелкните мышью по треугольнику рядом с кнопкой Сетка и из раскрывшегося меню вызовите команду Настроить параметры. «Горячая клавиша» – Ctrl + G Ортогональное черчение – служит для перехода в режим вычерчивания горизонтальных и вертикальных отрезков. «Горячая клавиша» – F8.

Компактная панель находится в левой части окна системы и состоит из Панели переключения и инструментальных панелей (рисунок 1.15). Каждой кнопке на Панели переключения соответствует одноименная инструментальная панель. Инструментальные панели содержат набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Состав панели зависит от типа активного документа. Некоторые кнопки на инструментальной панели могут быть затенены. Это означает, что команды временно невыполнимы.



Рисунок 1.15. Компактная панель

Панель переключения состоит из следующих кнопок:

• Редактирование детали – необходима для доступа к командам, с помощью которых выполняются собственно трехмерные построения;

• Пространственные кривые – для работы с командами по созданию цилиндрических и конических спиралей, пространственных ломаных и кривых линий;

• Поверхности – для построения многогранных и кривых поверхностей;

• Массивы – для построения в модели упорядоченных групп одинаковых объектов;

• Вспомогательная геометрия – для введения вспомогательных осей, плоскостей и линий разъема (эти линии необходимы для разбиения грани на несколько граней);

• Измерения и диагностика (3D) – для подсчета длин ребер, площадей граней, вычисления массо-центровочных характеристик (МЦХ) модели;

• Фильтры – для выделения только однотипных элементов модели: граней, ребер, вершин и т. д.;

• Спецификация – для работы со спецификацией;

• Элементы оформления – для создания обозначения резьбы, простановки размеров и создания условных обозначений;

• Элементы листового тела – для создания листового тела и работы с ним (сгиба, выреза, выполнения развертки и т. д.).

Панель свойств (рисунок 6) служит для управления процессом выполнения команды. На ней расположены одна или несколько вкладок и Панель специального управления.



Рисунок 1.16. Панель свойств и строка сообщений

Строка сообщений располагается в нижней части программного окна. В ней появляются различные сообщения и запросы системы. Это может быть: краткая информация о том элементе экрана, к которому подведен курсор; сообщение о том, ввода каких данных ожидает система в данный момент; краткая информация по текущему действию, выполняемому системой.

Дерево модели – это графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект Дерева – сама модель, т.е. деталь или сборка. Пиктограммы объектов автоматически возникают в Дереве модели сразу после создания этих объектов в модели. В верхней части окна находиться панель управления, состоящая из четырех кнопок:

• Отображение структуры модели 🕒 – последовательно включает один из двух способов представления информации в Дереве:

1. структуру модели (рисунок 1.17, а), когда объекты группируются по типам, образуя разделы, внутри которых они располагаются в порядке их создания;

2. последовательность построения модели (рисунок 1.17, б), когда объекты модели группируются не по разделам, а показываются просто в порядке создания;



Рисунок 1.17. Дерево модели с различными способами представления информации

• состав Дерева модели (рисунок 1.18) позволяет выбрать группы объектов, которые следует отображать в Дереве модели (кнопка активна только в режиме отображения структуры модели);

• кнопка **Отношения** (рисунок 1.19) включает в нижней части окна Дерева специальную область, в которой показывается иерархия отношений – порядок подчинения элементов выделенного объекта другим элементам;

V	Системы координат
V	Компоновочная геометрия
V	Вспомогательная геометрия
V	Элементы оформления
V	Кривые и точки
V	Эскизы
V	Поверхности
V	Макро
V	Измерения
V	Сопряжения
V	Компоненты
V	Тела
	Группировать компоненты



Рисунок 1.18. Раскрывающийся список состава Дерева модели

Рисунок 1.19 Иерархия отношений выделенной операции

• кнопка Дополнительное окно Дерева позволяет создать дополнительное окно, в котором будет отображен раздел, выделенный в Дереве перед нажатием этой кнопки.

В режиме последовательности построения модели непосредственно в окне Дерева модели находятся следующие элементы (рисунок 1.20):



Рисунок 1.20. Элементы Дерева модели в режиме последовательности построения

• Наименование детали – первый элемент Дерева модели (в скобках указывается количество тел, из которых состоит модель). Наименование «Деталь» присваивается по умолчанию. В процессе работы его целесообразно поменять на реальное название детали, которое потом автоматически появится на всех ассоциированных с этой моделью документах – в основной надписи плоского чертежа, спецификации и т. д. Для этого нужно дважды медленно щелкнуть мышью по названию, и оно откроется для редактирования. После введения нового названия необходимо щелкнуть мышью вне окна Дерева модели.

• Далее по умолчанию следует раскрывающийся пункт Начало координат, включающий стандартные плоскости и оси проекций, которые однозначно определены для каждого, в том числе и для только что созданного, документа. Плоскости проекций и систему координат невозможно удалить, но можно переименовать или исключить из расчета.

• Ниже в Дереве модели перечислены элементы (эскизы и операции), при помощи которых создавалось трехмерное изображение детали. Название элементам присваивается автоматически в зависимости от способа, которым они получены. Например, «Операция

вращения», «Эскиз» и т. д. Слева от названия каждого элемента отображается пиктограмма, соответствующая этому элементу. При создании детали может быть использован целый ряд однотипных элементов. Для того чтобы различать их, к названию элемента автоматически прибавляется порядковый номер элемента данного типа. Например, «Операция выдавливания:1» и «Операция выдавливания:2». В сложной модели, содержащей большое количество элементов, названия операций в Дереве модели целесообразно переименовать. Это в значительной степени облегчит поиск и выбор необходимой операции при редактировании или модернизации модели. Названия операций должны быть однозначными, например, «Основание», «Бобышка», «Ребро жесткости» и т. д. Пиктограмму, в отличие от названия элемента, изменить невозможно.

• Помимо формообразующих операций и их эскизов в Дерево модели включается вспомогательная геометрия, созданная пользователем: точки, оси и плоскости.

Элементы и операции можно перемещать вверх и вниз по Дереву модели, подхватив их левой кнопкой мыши, изменяя тем самым порядок построения модели. Если перемещение выполнено корректно, то пиктограмма в Дереве модели отметится красным флажком . Это означает, что новое положение элемента отражено только на экране и не передано в файл. В таком случае щелкните на панели **Вид** кнопку **Перестроить**.

Основными операциями при создании деталей являются: выдавливание, вращение, кинематические операции, операции по сечениям. На примере построения деталей рассмотрим принцип работы каждой операции.

AutoCAD

Первые версии системы AutoCAD, разрабатываемой американской фирмой Autodesk, появились еще в 1982 году, и сразу же привлекли к себе внимание своим оригинальным оформлением и удобством для пользователя. Постоянное развитие системы, учет замечаний, интеграция с новыми продуктами других ведущих фирм (в первую очередь, Microsoft), сделали AutoCAD мировым лидером на рынке программного обеспечения.

Первые версии AutoCAD содержали, в основном, инструменты для простого двухмерного рисования, которые постепенно дополнялись и развивались. В результате система стала очень удобным «электронным кульманом». В настоящее время система позволяет выполнять достаточно сложные трехмерные построения и отображать их на разных видовых экранах с различных точек зрения. Механизм пространства листа и видовых экранов дает возможность разрабатывать чертежи с видами и проекциями трехмерных объектов, построенных в пространстве модели, В системе AutoCAD по одной модели можно получить несколько листов чертежного документа.

AutoCAD и специализированные приложения на его основе нашли широкое применение в машиностроении, строительстве, архитектуре и других отраслях промышленности. Программа выпускается на 18 языках. Уровень локализации варьирует от полной адаптации до перевода только справочной документации. Существуют студенческие версии AutoCAD, предназначенные исключительно для использования студентами и преподавателями в образовательных целях, доступные для бесплатной загрузки с сайта образовательного сообщества Autodesk. Функционально студенческая версия AutoCAD ничем не отличается от полной, за одним исключением: DWG-файлы, созданные или отредактированные в ней, имеют специальную пометку (так называемый educational flag), которая будет размещена на всех видах, при печати файла (вне зависимости от того, из какой версии – студенческой или профессиональной – выполняется печать).

В настоящее время существуют следующие специализированные приложения на основе AutoCAD:

– AutoCAD Architecture – версия, ориентированная на архитекторов и содержащая специальные дополнительные инструменты для архитектурного проектирования и черчения, а также средства выпуска строительной документации.

– AutoCAD Electrical разработан для проектировщиков электрических систем управления и отличается высоким уровнем автоматизации стандартных задач и наличием обширных библиотек условных обозначений.

– AutoCAD Civil 3D – решение для проектирования объектов инфраструктуры, предназначенное для землеустроителей, проектировщиков генплана и проектировщиков линейных сооружений. Помимо основных возможностей, AutoCAD Civil 3D может выполнять такие виды работ, как геопространственный анализ для выбора подходящей стройплощадки, анализ ливневых стоков для обеспечения соблюдения экологических норм, составление сметы и динамический расчёт объёмов земляных работ.

– AutoCAD MEP ориентирован на проектирование инженерных систем объектов гражданского строительства: систем сантехники и канализации, отопления и вентиляции, электрики и пожарной безопасности. Реализовано построение трёхмерной параметрической модели, получение чертежей и спецификаций на её основе.

– AutoCAD Map 3D создан для специалистов, выполняющих проекты в сфере транспортного строительства, энергоснабжения, земле- и водопользования и позволяет создавать, обрабатывать и анализировать проектную и ГИС-информацию.

– AutoCAD Raster Design – программа векторизации изображений, поддерживающая оптическое распознавание символов (OCR).

– AutoCAD Structural Detailing – средство для проектирования и расчёта стальных и железобетонных конструкций, поддерживающее технологию информационного моделирования зданий. Базовыми объектами являются балки, колонны, пластины и арматурные стержни и др.

– AutoCAD Ecscad позволяет инженерам-электрикам создавать схемы электротехнического оборудования с помощью сценариев и библиотек условных обозначений.

– AutoCAD Mechanical предназначен для проектирования в машиностроении и отличается наличием библиотек стандартных компонентов (более 700 тысяч элементов), генераторов компонентов и расчётных модулей, средств автоматизации задач проектирования и составления документации, возможностью совместной работы.

– AutoCAD P&ID – это программа для создания и редактирования схем трубопроводов и КИП, а также для управления ими.

– AutoCAD Plant 3D – инструмент для проектирования технологических объектов. В AutoCAD Plant 3D интегрирован AutoCAD P&ID.

Прежде чем приступить к работе в графической системе, необходимо ознакомиться с элементами ее интерфейса, а также базовой функциональностью и возможностями.

Окно программы AutoCAD состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенные функции: ввод команд, отображение необходимой при черчении информации и т.д. Некоторые инструменты взаимодополняют, а так же замещают друг друга.

В правом верхнем углу расположено «Окно поискового браузера» (рисунок 1.21).

▶ Введите ключевое слово/фразу АА № Вход в службы т 🦙 💩 т (?) т

Рисунок 1.21. Окно поискового браузера

В данное окно можно вводить запрос по интересующему вопросу функционала программы, после чего появляется справка, в которой содержится краткое описание запрашиваемого инструмента. Для пользования данным инструментом необходим доступ в интернет, т.к. справка загружается с сервера Autodesk. Если нет доступа в интернет, то можно запустить локальную справку, нажав на стрелку рядом с вопросом, затем загрузить автономную справку.

1. В центральной верхней части окна находится строка «Заголовок», в которой отражается версия программы (например AutoCAD 2020), имя и номер чертежа (рисунок 13). По умолчанию программа создает имя «Чертеж» и номер «*I*» с расширением *dwg*.

Autodesk AutoCAD 2020 - СТУДЕНЧЕСКАЯ ВЕРСИЯ Чертеж1.dwg

Рисунок 1.22. Строка Заголовок

2. В левом верхнем углу под кнопкой с пиктограммой А располагается «Меню приложений» (рисунок 14), предназначенное для работы с файлами. В нем содержатся стандартные, привычные для всех приложений Windows, инструменты. В правой части окна находится список из последних документов, с которыми работали, у этого списка есть несколько представлений: мелкие, крупные значки, малые и большие изображения. Если необходимо увидеть изображение предварительного просмотра, то нужно навести курсор на файл и появится окошко для просмотра. Также можно переключаться на режим открытых документов



Рисунок 1.23. Меню приложений

3. Рядом с Меню приложений находится «Панель быстрого docmyna» (рисунок 1.24). На эту панель можно выносить инструменты, которые используются чаще всего. Данное меню можно располагать как в верхней строке, так и под Лентой меню.



Рисунок 1.24. Панель быстрого доступа

4. Центральная область рабочего окна программы называется «*Графическим* экраном», в ней выполняются все построения. На графическом экране указатель мыши приобретает вид перекрестья и способен выполнять функции, используемые в проектировании: привязку к объектам, задание координат и направления. При выходе за границы графического экрана указатель приобретает привычный вид.

5. Графическое пространство представлено двумя видами вкладок: «Модель» и «Листы». Во вкладке «Модель» непосредственно чертят, а «Листы» предназначены для печати (рисунок 1.25). По умолчанию активной является вкладка Модель. Это означает, что на экране отображено двух- или трехмерное пространство модели. При щелчке на какую-либо из вкладок Лист (их количество может быть любым, достаточно нажать на кнопку «+»), можно перейти к пространству листа.

Рисунок 1.25. Переход с вкладки модель на листы

Лист1 Лист2

6. Внизу *Графического экрана* располагается «*Командная строка*» (рисунок 1.26), которая служит для прямого ввода команд. Для того, чтобы выбрать какой-либо инструмент, не обязательно вызывать меню, достаточно напрямую вписать его в командную строку и нажать Enter.



Модель

Рисунок 1.26. Командная строка

7. «Панель координат» (рисунок 1.27) позволяет отследить положение курсора и объектов. Существуют 2 варианта отображения положения курсора: динамический и статический. При нажатии на пиктограмму, координаты становятся более яркими, и при перемещении курсора показывается текущее его положение. При повторном нажатии, строка координат тускнеет и показывает координаты только при нажатии левой клавиши мыши. В центре нижней части графической области окна программы отображается указатель пользовательской системы координат (ПСК). По умолчанию в программе AutoCAD используется МСК – Мировая система координат (World Coordinate System, WCS). Ее указатель расположен в точке с координатами (0;0;0).

2750.5513, 1269.6878, 0.0000 МОДЕЛЬ

Рисунок 1.27. Панель координат

8. Главное меню программы Автокад организовано в виде «Ленты» (рисунок 1.28), состоящая из вкладок, на которых располагаются «Тематические панели». На каждой панели собраны инструменты, схожие по своему функциональному предназначению. Например, на вкладке «Главная» под панелью «Рисование» собраны все инструменты для создания простых и сложных примитивов.



9. АиtoCAD включает в себя 3 рабочих пространства: **Рисование и аннотации**, **Основы 3D**, **3D**-моделирование. Рабочее пространство *Основы 3D* содержит основные инструменты, ориентированные на создание простых тел и их визуализацию, а 3Dмоделирование содержит полный комплекс инструментов для создания как и поверхностей, так и объекты 2D-рисования. По умолчанию в AutoCAD установлено пространство *Рисование и аннотации*. Доступ к выбору типа рабочего пространства осуществляется несколькими способами, через:

9.1. Панель быстрого доступа (рисунок 1.29).

		> * 🔅 Рисование и аннотации 🔻 🖛 Autodesk AutoCAD 2020 - СТ	УĽ		
		Параметризация Вид Управление Вывод Надстройки Совмес	стн		
	ĺ	А Параметры рабочего пространства	×		
		Мое рабочее пространство = Рисование и аннотации	•		
		Отображение и порядок меню			
		Вверх			
슈 ㆍ 📣 ㆍ 🎼 Рисование и аннотации 🔹 🖛	Auto	✓ Основы зо ✓ 30-моделирование Вниз			
ации Пар Рисование и аннотации	Вывод				
📺 👻 Фсновы 3D	↓	Разделитель			
🕂 - 3D-моделирование	При переключении рабочих пространств				
🕅 👻 Сохранить текущее как	1 Taswick	• Не сохранять изменения в рабочем пространстве	стве		
Параметры рабочего пространства	ннотации	Автоматически сохранять изменения			
× . Адаптация		ОК Отмена Справки	9		

Рисунок 1.29. Выбор рабочего пространства через панель быстрого доступа 10.2. Строку состояния (режимов), которая находится внизу графического экрана, нажав на кнопку в виде шарнира (рисунок 1.30).

✓ Рисование и аннотации						
Основы 3D						
3D-моделирование						
Сохранить текущее как						
Параметры рабочего пространства						
Адаптация						
Отображение меток рабочего пространства						
- 🌣 - 🕂 📱 Десятичные - 📃 🗔 - 🖓 ⊘						

Рисунок 1.30. Выбор рабочего пространства через статусную строку

10.3. При одновременном нажатии клавиши Shift и колесика мыши, а затемм ввода через *Командную строку* название рабочего пространства.

Адаптация интерфейса рабочего пространства AutoCAD под конкретного

пользователя

Переход на панель Управления адаптированными элементами пользовательского интерфейса (УАЭПИ) в данном програмном продукте осуществляется:

3.1. Через вкладку ленты Ул	правление (рисунок 1.31).	
🛕 🗅 🗁 🖶 🛃 🔓 👌 🔿 🔹	* 🔅 Рисование и аннотации 💌 👻 Аutodesk AutoCAD 2020 - СТУДЕНЧЕСКАЯ ВЕРС	N
Главная Вставка Аннотации Пар	араметризация Вид Управление Вывод Надстройки Совместная работа Рек	DN
Запись	Пользовательский Инструментальные Экспорт Загрузить В	ы
	интерфеис палитры редактировать псевдонимы * приложение	Щ
Рекордер операций • Начало Чертеж1* × [-][Пользовательский вид][2D-каркас]	Пользовательский интерфейс Управление адаптированными элементами пользовательского интерфейса в программном продукте	
	из этого диалотового окна осуществляется управление всеми элементами пользовательского интерфейса: рабочими пространствами, панелями инструментов, меню, панелями ленты, контекстными меню и сочетаниями клавиш.	
	НПИ Нажмите F1 для получения дополнительной справки	

Рисунок 1.31. Переход на панель УАЭПИ через вкладку ленты Управление

3.1. Путем вызова из Командной строки (рисунок 1.32)





Рисунок 1.32. Переход на панель УАЭПИ из командной строки 3.3. Надписью у курсора «НПИ» (настройка пользовательского интерфейса) (рисунок 23).



Рисунок 1.33. Переход на панель УАЭПИ через надпись у курсора

Как было сказано выше, по умолчанию рабочее пространство в AutoCAD -*Рисование и аннотации*. Удобнее всего для последующей работы, чтобы не мешать другим пользователям, пространство дублировать (рисунок 1.34), сохранив под именем конкретного пользователя (рисунок 1.35), установить текущим и по умолчанию (рисунок 1.36).



Рисунок 1.34. Дублирование рабочего пространства 3D моделирование

На панели *Содержание рабочего пространства* можно убрать не нужные для работы вкладки Ленты, Панели и т.д. На рисунке 1.37 показан пример удаления с ленты вкладки А360. Через нижнюю панель *Свойства* при вопросе *Показать*, нужно ответить *Нет* и нажать *ОК*.



Рисунок 1.35. Переименование рабочего пространства



Рисунок 1.36. Установка рабочего пространства текущим и по умолчанию

Адаптация рабочего пространства									
Иванов 3D По умолчанию (текущая)									
🚊 🔚 Панель быстрого доступа									
📟 Копия Панель быстрого доступа 1									
🗎 ·· 🛅 Меню									
📺 🌆 Палитры									
🖻 🚰 Вкладки ленты									
🕀 — 🚍 Главная — 3D									
Передотельное моделирование									
Моделирование поверхностей									
Поверхность – создание Поверхность – редактировать Поверхность – управляющие вершины Поверхность – управляющие вершины									
					Поверхность – проецирование геометрии				
поверхность – анализ									
	•••								
войства									
2000									
⊿ Вид									
Показать	Нет								
Орионтация	Закрепленная								
Ориентация	ourpormornium								

Рисунок 1.37. Пример удаления вкладки с ленты

На рисунок 1.38 на примере удаления панели Анализ поверхности с вкладки Ленты Поверхности показан пример удаления какой-либо панели с Ленты.



Рисунок 1.38. Пример удаления панели с вкладки ленты

Autodesk Inventor

Autodesk Inventor поддерживает различные методы моделирования трехмерных моделей любой сложности. Можно гибко сочетать твердотельное и поверхностное моделирование, а также модели в виде треугольной сетки. При этом пользователю доступны различные методы создания и редактирования трехмерных объектов:

традиционный параметрический метод, основанный на дереве построения из отдельных трехмерных элементов, включая построения по сечениям, а также на наборах параметров и зависимостей;

свободное «скульптурное» моделирование на основе технологии Т-сплайнов;

прямая манипуляция элементами, гранями, ребрами и вершинами моделей, особенно помогающая при необходимости продолжить развитие модели, полученной из сторонних САПР.

Почти каждая трехмерная операция базируется на одном или нескольких эскизах. Autodesk Inventor оснащен мощнейшей средой 2D и 3D эскизирования, позволяющей создавать профили и траектории любой сложности.

При построении можно в полном объеме пользоваться параметрическим ядром Inventor, задавать сложные взаимосвязи элементов эскиза как между собой, так и с другими элементами модели, как на уровне геометрии, так и на уровне параметров.

Возможно построение точных математических кривых по заданным уравнениям в декартовой, полярной или цилиндрической системах координат. Также возможно построение кривых по таблицам координат, импортированным из Microsoft Excel.

Среда эскизирования Autodesk Inventor поддерживает эскизные блоки, что позволяет создавать в рамках одного эскиза концептуальные схемы целых изделий, с последующим автоматическим получением на основе этих блоков сборки из отдельных деталей.

Среда построения эскизов оснащена широким набором вспомогательных инструментов, повышающих скорость и эффективность построения. Автоматические зависимости, управляемые привязки, контекстный ввод параметров и многое другое.

Autodesk Inventor позволяет максимально быстро собирать компоненты в единую сборку для исследования параметров и функциональности изделия. В сборочной среде есть инструменты поиска пересечений, визуализации и анализа кинематики модели. В

сборку Inventor можно подключать не только собственные файлы, но и созданные в сторонних САПР, с сохранением ассоциативной связи с оригиналом, над которым можно продолжить работать в исходной системе.

Ленточный интерфейс (Лента) – тип интерфейса, основанный на панелях инструментов, разделенных вкладками (рисунок 1.39).



Рисунок 1.39. Расположение элементов интерфейса в системе Autodesk Inventor

1. Кнопка «Inventor» — кнопка, предоставляющая доступ к инструментам, позволяющим создать, открыть, сохранить и опубликовать файл, а также к параметрам и настройкам системы Autodesk Inventor.

2. Панель быстрого доступа – отображение часто используемых команд на панели быстрого доступа.

3. Вкладка – элемент ленточного интерфейса, который позволяет переключаться между предопределенными наборами панелей ленточного интерфейса.

4. Панель (панель инструментов) – элемент ленточного интерфейса, в котором расположены инструменты и команды моделирования. Для каждой вкладки набор панелей различен.

5. Команда – действие, которое может выполнить пользователь, направленное на моделирование электронных моделей изделия и её элементов.

6. Панель «Инфоцентр» – панель, предназначенная для поиска различной информации, доступа к разделам справки и обновлениям программных продуктов.

7. Видовой куб – инструмент для управления ориентацией 3D-видов.

8. Панель навигации – панель, обеспечивающая доступ к инструментам навигации, включая инструменты видовой куб и штурвал.

9. Браузер (дерево построений) – область окна программы, в которой представлена иерархическая структура взаимоотношений между элементами деталей, сборок и чертежей (панель инструментов, в которой записывается история всех построений).

10. ПСК (пользовательская система координат) – активная система координат, которая задает основную рабочую плоскость ХҮ и направление основной рабочей оси Z для создания чертежей и моделирования.

11. Строка состояния – панель, предназначенная для вывода вспомогательной информации: параметров модели, подсказок к командам и т.д.

12. Панель «Графические окна» – предназначена для различной компоновки графических окон открытых документов в системе Autodesk Inventor.

13. Графическое окно – основная область отображения в системе Autodesk Inventor (область отображения модельного пространства).

Общий пользовательский интерфейс Inventor можно назвать контекстноинтуитивным, что означает, что меню меняются в зависимости от задачи и среды. Inventor организован с помощью инструментов, сгруппированных по вкладкам, и предлагает только инструменты, необходимые для выполнения соответствующей задачи. Если вы чертите эскизный элемент, вы видите инструменты эскиза. На рисунке 1.40 вкладка «Эскиз» активна, и отображаемые инструменты используются для создания эскизов и размеров.



Рисунок 1.40. Вкладка «Эскиз» и инструменты «Эскиз»

По завершении эскиза нажмите кнопку Готово эскиз в дальнем правом углу, и вы выйдите из эскиза. Вкладка «3D-модель» становится активной, а вкладка «Эскиз» скрыта. Это позволяет вам видеть инструменты, которые подходят для текущей задачи, и только те инструменты, без необходимости искать их среди инструментов, которые вы не можете использовать в текущий момент. Если вы создаете новый эскиз или редактируете существующий, вкладка «Эскиз» немедленно возвращается. На рисунке 1.41 показана активная вкладка 3D-модель.



Рисунок 1.41. Вкладка 3D-модель и инструменты модели

Когда вы работаете со сборками, активная вкладка изменяется на вкладку «Сборка» (как показано на рисунке 1.42), позволяя вам размещать компоненты, создавать новые компоненты, создавать их шаблоны, копировать их и т.д. В среде сборки также показан ряд других вкладок, на которые вы можете в любой момент вручную переключиться (щелкнув по ним), чтобы использовать содержащиеся в них инструменты.

				Autodesk I	nventor				_ 0		x
PRO	Mold La	yout Mold As	embly	Assemble	Simplify	Design	3D Model	Inspect	Tools	**	- 🖾
Place	Create	Pree Move	Connect	Constrain	ස් ි Show Sid සී Hide All	ck EB N	Airror Pla	P Ao → Po ↓ Ui	xis + pint + CS		
Compo	onent 🔻	Position 💌		Relationsh	nips 💌	Patte	ern 👻 🛛 V	Vork Featur	es		

Рисунок 1.42. Вкладка Сборка и инструменты сборки

При создании 2D-чертежа деталей или сборок вам автоматически предоставляются инструменты, необходимые для создания видов и аннотаций. По умолчанию вкладка Размещение видов отображается, потому что вам нужно создать вид модели перед созданием ее чертежа. Однако вы можете вручную переключиться на вкладку «Пояснение», щелкнув ее. На рисунке 1.43 показана активная вкладка «Размещение вдов» и неактивная вкладка «Пояснение» рядом с ней.



Рисунок 1.43. Вкладки для создания чертежа и инструменты создания

Inventor управляется специальным «колесом правой кнопки мыши», это означает, что многие параметры зависят от контекста, и доступ к ним можно получить, щелкнув правой кнопкой мыши соответствующий объект. Например, если вы хотите отредактироватьэскиз, щелкните правой кнопкой мыши на эскиз в браузере и выберите «Редактировать эскиз». То же самое относится и к функции. Если вы хотите изменить элемент отверстия с зенковки на зенковку, щелкните правой кнопкой мыши в браузере и выберите «Редактировать элемент». Вы также можете щелкнуть правой кнопкой мыши по многим объектам в графическом окне, без необходимости размещать их в браузере. На рисунке 1.44 показано типичное контекстное меню, вызываемое правой кнопкой мыши, с включенной опцией меню маркировки по умолчанию.



Рисунок 1.44. Типичное меню правой кнопки мыши

Также стоит упомянуть опции в контекстных меню. Например, если вы редактируете деталь в сборке и хотите завершить редактирование и вернуться на уровень сборки, вы можете использовать кнопку «Возврат» в меню вкладки «Эскиз» или просто щелкнуть правой кнопкой мыши (стараясь не щелкните любой объект эскиза) и выберите «Готово» в контекстном меню. Оба варианта делают одно и то же.

Графический интерфейс Inventor может отличаться от того, к чему вы привыкли в других общих прикладных программах, и даже отличаться от других программ проектирования. На рисунке 1.45 вы видите все окно Inventor, в котором показан файл детали, открытый для редактирования.



Рисунок 1.45. Полный экран Inventor в режиме моделирования деталей

Начиная с верхнего левого угла окна Inventor, вы видите кнопку Inventor (найдите большой символ I), которая имеет раскрывающуюся панель, аналогичную меню «Файл» в предыдущих версиях. Рядом с кнопкой Inventor строка заголовка содержит две панели инструментов:

- Панель быстрого доступа содержит часто используемые инструменты.
- Панель инструментов справки предоставляет доступ к файлам справки и веб-сайтам Autodesk.

Вы можете настроить панель быстрого доступа для каждого типа файла, выбрав и отменив выбор кнопок из списка. Доступ к списку доступных инструментов можно получить, щелкнув стрелку раскрывающегося списка, показанную в правой части рисунка 1.46.



Рисунок 1.46. Кнопка Inventor и панель быстрого доступа

В таблице 3 определены стандартные кнопки панели быстрого доступа, доступные в режиме моделирования детали.

Кнопка

•

Назначение

Кнопка «Новый» запускает диалоговое окно Новый файл. Раскрывающийся список позволяет создавать новый файл детали, сборки, чертежа или схемы с использованием стандартных шаблонов.

Кнопка «Открыть» запускает диалоговое окно «Открыть». Он отображает местоположение, определенное в вашем активном проекте.

















Кнопка «Сохранить» сохраняет файл.

Кнопка «Отменить» отменяет последнее действие. Список отмены отслеживает изменения для текущего сеанса Inventor, а не только для текущего документа. Если у вас открыто две части файла, эта кнопка отменит изменения, сделанные в обоих файлах. Отмена также закроет файлы, если ваша последовательность отмен возвращает вас за точку открытия или создания файла.

Кнопка «Восстановить» восстанавливает изменения, которые были удалены с помощью «Отменить». Он откроет файл, который был закрыт с «Отменить».

Кнопка «Обновить» обновляет файлы. Например, если вы редактируете деталь в сборке, другие детали могут нуждаться в обновлении из-за изменений. Эта кнопка неактивна, если файл не нуждается в обновлении.

Кнопка «Выбрать» позволяет выбрать фильтр для выбора объекта.

Кнопка «Материал» и раскрывающийся список позволяют изменить материал компонента. При нажатии на кнопку отображается браузер материалов. Выбор материала из раскрывающегося списка изменяет свойство материала компонента.

Кнопка «Внешний вид» и раскрывающийся список позволяют изменить цвет компонента. При нажатии на кнопку отображается внешний вид браузера. Выбор внешнего вида в раскрывающемся меню изменяет внешний вид компонента.

Кнопка настройки позволяет изменить цвет и внешний вид текстуры.

Кнопка «Очистить» позволяет удалить цвета и текстуры компонента.

Кнопка «Параметр» используется для доступа к таблице параметров, где вы можете переименовывать, изменять и создавать уравнения в параметрах измерения и проектирования.

Кнопка «Измерить расстояние» вызывает инструмент «Измерить», позволяющий измерять расстояние, угол, окружность или площадь по краям модели, вершинам и граням.

Кнопка «Корректор ошибок» запускает диалоговое окно, которое помогает вам диагностировать и устранять проблемы с файлом. Кнопка отображается серым цветом, если не возникает проблема.

Inventor имеет два набора инструментов для управления графическим окном:

- «Видовой куб» используется для изменения ориентации вида.
- Панель навигации имеет такие инструменты, как «Масштабирование» и «Перемещение».

«Видовой куб», показанный на рисунке 1.47, является трехмерным инструментом, который позволяет вращать вид. Вот несколько вариантов просмотра:



Рисунок 1.47. «Видовой куб»

Если щелкнуть грань, край или угол видового куба, вид повернется, по отношению к этому выделению перпендикулярно экрану.

- Если щелкнуть и перетащить ребро, вид вращается вокруг параллельной оси.
- Если вы нажмете и перетащите угол, вы сможете свободно вращать модель.
- Если щелкнуть грань, чтобы получить ортогональный вид, дополнительные элементы управления будут отображаться, когда указатель мыши находится рядом с кубом.
- Четыре стрелки, направленные на куб, поворачивают вид на следующую грань.
- Стрелки дуги поворачивают вид на 90 градусов в текущей плоскости.

Если вы нажмете кнопку «Домой» (она выглядит как дом), вид изменится на изометрический вид по умолчанию. Если щелкнуть стрелку раскрывающегося списка или щелкнуть правой кнопкой мыши кнопку «Домой», откроется несколько вариантов изменения стандартного поведения изометрического вида. Например, вы можете изменить исходный вид на любой понравившийся и сбросить вид спереди по отношению к вашей модели, чтобы именованные виды куба соответствовали тому, что вы считаете спереди, сверху, справа и т.д.

Продолжая обзор интерфейса, вы увидите панель навигации, расположенную с правой стороны графического окна. В верхней части панели находится Суперштурвал. Под Суперштурвалом находятся другие стандартные инструменты навигации: Панароммировать, Показать все, Свободная орбита и Вид на объект. На рисунке 1.48 показана панель навигации.



Рисунок 1.48. Панель навигации

Ленточное меню состоит из вкладок и панелей и аналогично меню, используемому в продуктах Microsoft Office (начиная с Office 2007). Каждая вкладка содержит панели для определенной задачи, например создания эскизов, и каждая панель содержит связанные кнопки для инструментов. Как упоминалось ранее, лента изменится на соответствующую вкладку в зависимости от текущей задачи (например, при наборе эскизов открывается вкладка «Эскиз», которая позволяет нажимать кнопку инструмента «Линия»), но при необходимости можно выбрать другую вкладку. Вы можете настроить меню ленты, щелкнув ее правой кнопкой мыши и выбрав один из следующих вариантов:

- Отключение текста кнопки инструмента, уменьшение размера кнопки или использование компактного расположения кнопок.
- Отключение неиспользуемых панелей.
- Добавление часто используемых команд в вкладка.
- Сворачивание ленты.
- Открепление ленты, чтобы она стала плавающей палитрой инструментов.
- Закрепление ленты слева, справа или вверху окна Inventor.

На вкладке «Начало работы» в меню «Лента» инструменты на панели «Запуск» используются для доступа к файлам и их создания. Остальные кнопки находятся на вкладке «Начало работы» для справки по темам. Вы можете использовать кнопку «Что нового», чтобы узнать о новых функциях текущего и последних выпусков. Инструменты «Видео и учебники» содержат встроенные учебники и набор учебных ресурсов. На рис. 1.49 показана вкладка «Начало работы» и ее инструменты.





Вкладка Вид, показанная на рисунке 1.50, содержит элементы управления видимостью и внешним видом объекта, оконным элементом управления и навигацией. В зависимости от среды есть несколько вариантов кнопок, но большинство кнопок используются во всех средах моделирования.



Рисунок 1.50. Вкладка Вид

Панель «Видимость» имеет инструменты для управления тем, какие объекты видны. Когда вы нажимаете Видимость объекта, отображается большой список, чтобы вы могли контролировать видимость перечисленных объектов в графическом окне.

Панель «Представление модели» содержит инструменты для управления отображением моделей. Вы можете отобразить модель в нескольких визуальных стилях, таких как реалистичный, затененный, затененный с краями, иллюстрация и многие другие.

Еще одна важная опция на панели «Представление модели» - это настройка «Просмотр проекции камеры», которая позволяет выбирать между ортогональным и

перспективным видами. При установке параметров перспективы на текущую модель отображается с точкой схода, как это было бы в реальном мире.

При использовании параметра «Отогонально» точки модели проецируются вдоль линий, параллельных экрану. Использование вида в перспективе может быть желательным при просмотре модели в 3D-виде, но это может отвлекать при рисовании на плоской поверхности или при просмотре модели из стандартного 2D-ортогонального вида, поскольку вы видите то, что выглядит как сужающиеся грани и ребра. Однако вы можете получить лучшее из обеих проекций, установив для ViewCube значение «Перспектива с ортогональными гранями», чтобы модель отображалась в ортогональном режиме, когда активна одна из стандартных ортогональных граней, и в режиме перспективы в любом другом виде. Для этого просто щелкните правой кнопкой мыши ViewCube, и вы увидите опцию. Обратите внимание, что этот параметр установлен для каждого документа, а не для самого приложения, поэтому обычно вам необходимо сделать это для каждой модели.

Большинство инструментов на панели «Окна» являются стандартными элементами управления, такими как переключение окон. Если щелкнуть «Интерфейс пользователя», отобразится список элементов, таких как ViewCube и строка состояния. Кнопка «Очистить экран» скрывает большинство элементов пользовательского интерфейса. Отображаются только строка заголовка и свернутая панель ленты. Несмотря на то, что безусловно, параметр «Очистить экран», позволяет максимально эффективно использовать экран, он отключает один очень важный интерфейсный объект - панель браузера. Для эффективного использования функции «Очистить экран» необходимо снова включить панель браузера. Для этого перейдите на вкладку «Вид», используйте раскрывающийся список «Интерфейс пользователя» и выберите параметр «Браузер». Вы можете снова щелкнуть вкладку «Вид», а затем снова нажать кнопку «Очистить экран», чтобы отключить ее и снова отобразить панели инструментов.

Также на вкладке «Вид» находится панель навигации. Инструменты на панели навигации такие же, как и на панели навигации, как обсуждалось ранее. Многие из этих инструментов, такие как Панароммировать, Показать все, Свободная орбита и Вид на объект, могут быть доступны с помощью кнопок мыши и / или функциональных клавиш. Например, вращение колеса на стандартной трехкнопочной мыши позволяет увеличивать и уменьшать масштаб. Точно так же, если вы удерживаете кнопку F4 на клавиатуре, вы увидите, что инструмент Орбита активен.

При использовании Inventor вы заметите, что часто есть два набора элементов управления вводом: традиционные элементы управления диалогового окна и мини-панели инструментов на диалоговом окне. Входные данные в диалоговом окне те же, что и на мини-панелях инструментов, поэтому вы можете использовать любой из них для ввода информации или изменения параметров. Изменение параметра в одном обновляет его в другом. Вы можете использовать стрелку внизу диалогового окна, чтобы развернуть или свернуть ее. На рисунке 1.51 показаны оба набора элементов управления в том виде, в котором они отображаются для редактирования простого выдавливания.

Extrude : Solid-1	22	
Profile Solids Output	Extents Distance 10 mm	
	OK Cancel	

Рисунок 1.51. Диалоговое окно и мини-панель инструментов управления

Если вы обнаружите, что элементы управления мини-панели инструментов отвлекают внимание, когда вы появляетесь в позиции, которая мешает делать выборки на экране, вы можете использовать кнопку меню «Параметры мини-панели инструментов» (кнопка в правом нижнем углу последней строки).) прикрепить мини-панель инструментов к месту на экране по вашему выбору.

В предыдущем разделе вы видели, что вкладки меню ленты обновляются в зависимости от текущей среды. Например, в среде эскиза вкладка «Эскиз» активна. Характер доступных инструментов на основе задач является общим для всего Inventor. Например, многие диалоговые окна Inventor также основаны на задачах. Вместо того чтобы содержать все элементы управления, необходимые для каждой среды, в большинстве диалоговых окон отображаются только элементы управления, необходимые для текущей задачи. На рисунке 1.52 показаны два диалоговых окна выдавливания.

Extrude : Solid-1	Extrude : Surface-1
Shape More Profile Solids Output	Shape More Profile Solids Output Shape More Extents Distance I00 mm N N N N N N N N N N N N
Match shape	Match shape

Рисунок 1.52. Диалоговые окна «Выдавить» на твердом теле и поверхности

Поскольку создание и редактирование сплошного выдавливания отличается от создания и редактирования поверхностного выдавливания, некоторые параметры просто затенены и недоступны. Вы заметите это в Inventor, так как варианты предлагаются и подавляются в зависимости от поставленной задачи.

Лекция 2. Создание 3D моделей сложных форм

Модель в САПР состоит из геометрических объектов – эскизов, пространственных кривых и точек, поверхностей, тел (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1. Геометрические объекты

В КОМПАС 3D возможно создание двух типов моделей: деталь и сборка.

- Деталь тип модели, предназначенный для представления изделий, изготавливаемых без применения сборочных операций. Создается и хранится в документе «деталь», рас" ширение файла m3d.
- Сборка тип модели, предназначенный для представления изделий, изготавливаемых с применением сборочных операций. Создается и хранится в документе «сборка», рас" ширение файла a3d.

Разновидность сборки – технологическая сборка. Создается и хранится в документе «технологическая сборка», расширение файла – t3d.

Трехмерная модель в КОМПАС 3D состоит из объектов. Объекты подразделяются на:

- геометрические,
- элементы оформления,
- объекты «измерение»,
- компоненты.

К геометрическим объектам относятся: тела, поверхности, кривые, точки, эскизы, объекты вспомогательной геометрии (рисунок 2.2). К элементам оформления относятся размеры, условное обозначение резьбы, линии выноски, обозначения шероховатости, базы, позиции, допуски формы и расположения. Компонент – это объект модели, в свою очередь являющийся моделью: деталью или сборкой. Объекты модели создаются и редактируются путем выполнения операций. При создании и редактировании объекта возможно формирование ассоциативной связи его с другим объектом. Ассоциативная связь – это однонаправленная зависимость расположения или геометрии одного объекта от расположения или геометрии другого объекта. Зависимый объект считается производным, а объект, от которого производный объект зависит - исходным по

отношению к производному. Модели в целом, а также отдельным ее частям (телам, компонентам) можно назначить параметры для расчета МЦХ – материал и плотность материала, а также задать свойства – данные об изделии, которое эта модель (часть модели) представляет. Состав модели, последовательность ее построения и связи между объектами модели отображаются в Дереве построения.



Рисунок 2.2. Геометрические объекты

Модель в САПР может быть (рисунок 2.3):

- твердотельной представленной телами и обладающей ненулевой массой;
- поверхностной представленной поверхностями и обладающей нулевой массой;
- сочетающей результаты твердотельного и поверхностного моделирования.



Рисунок 2.3. Виды моделей: а) твердотельная модель; б) поверхностная

Объекты модели создаются с помощью операций. Условно в твердотельном моделировании операции построения тел можно разделить на формообразующие, добавляющие материал и дополнительные. Основными формообразующими операциями являются:

- выдавливание (рисунок 2.4, а);
- вращение (рисунок 2.4, б);
- по траектории (рисунок 2.4, в);
- по сечениям (рисунок 2.4 г).



Для листовых тел основными формообразующими операциями являются:

- листовое тело (рисунок 2.5, а);
- обечайка (рисунок 2.5, б).



Рисунок 2.5. Формообразующие операции листовых тел: а) листовое тело; б) обечайка

Дополнительные операции позволяют требуемым образом скорректировать результаты формообразующих операций. Примером дополнительных операций являются:

- Вырезать выдавливанием (рисунок 2.6, а).
- Скругление (рисунок 2.6, б).
- Подсечка (для листовых тел) (рисунок 2.6, в).



Рисунок 2.6. Дополнительные формообразующие операции

Тело, полученное в результате моделирования, обладает свойствами Материал, Плотность, Масса. Поэтому оно наиболее полно представляет реальное изделие. При этом существуют задачи, когда для достижения требуемого результата использование операций построения тел недостаточно. В этих случаях возможно применение операций построения поверхностей (рисунок 2.7), которые позволяют создавать сложные геометрические формы. Следует заметить, что их получение исключительно за счет операций построения тел труднодостижимо либо невозможно.



Рисунок 2.7. Операции с поверхностями

Поверхность либо совокупность поверхностей на завершающем этапе их моделирования могут быть преобразованы в тело.

В поверхностном моделировании сначала создаются и модифицируются требуемым образом поверхности, описывающие отдельные элементы моделируемого объекта. Эти поверхности обрезают по линиям пересечения, сопрягают друг с другом поверхностями скругления или перехода, а также выполняют над ними другие операции. Затем из полученных поверхностей собирают оболочку. В поверхностном моделировании результирующая оболочка не обязательно должна быть замкнутой. Она может отражать лишь часть (главную часть) моделируемого объекта. Поверхностное моделирование позволяет сосредоточить усилия на сложных формах объекта и широко применяется для проектирования кузовов автомобилей и планеров самолетов.

Базовые поверхности совпадают с базовыми твердотельными операциями и строятся аналогично. На картинке слева направо: Поверхность выдавливания, Поверхность вращения, Кинематическая поверхность, Поверхность по сечениям (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8. Операции с поверхностями

Если требуется закрыть какой-то контур, зазор или отверстие, применяется поверхность **Заплатка** (Рисунок 2.9).



Рисунок 2.9. Операция заплатка

Для создания заплатки можно использовать замкнутую плоскую фигуру, созданную в эскизе, или набор ребер на поверхности, теле или детали. Должны соблюдаться следующие требования к контуру заплатки:

- Контур не должен иметь самопересечений.
- Если сегменты лежат в одной плоскости или на одной существующей поверхности, то их количество может быть любым, в противном случае не менее двух и не более четырех.

Но в действительности заплатка будет стараться построить результат несмотря на эти ограничения (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10. Операция заплатка

Самопересечение должно быть совсем нерешаемым, чтобы заплатка не построилась (рисунок 2.11).



Рисунок 2.11. Самопересечение эскиза в Операция заплатка Если требуется построить плоскую поверхность можно использовать Поверхность выдавливания (рисунок 2.12).



Рисунок 2.12. Операция поверхность выдавливания

Данные плоские поверхности построены на одном и том же отрезке за счет изменения направления выдавливания. Плоские поверхности можно использовать в качестве заплаток там, где операция заплатка дает неподходящий результат. Обычно требуется усекать плоскую поверхность по месту.

Линейчатая поверхность используется для соединения двух кривых. Кривые могут иметь сколько угодно сложную форму (рисунок 2.13, 2.14). Соединение всегда идет по кратчайшему расстоянию. Если соединение не может быть обеспечено единой поверхностью, то линейчатая поверхность разбивается на сегменты (рисунок 2.15).



Рисунок 2.13. Операция линейчатая поверхность



Рисунок 2.15. Операция линейчатая поверхность

Поверхность соединения используется для двух ребер или двух гладких цепочек ребер одной из граней. При этом функционал позволяет настроить тип сопряжения поверхностей, соединение может быть касательным, гладким и перпендикулярным (рисунок 2.16, а). Если же оставить тип сопряжения неизменным, то результат будет совпадать с линейчатой поверхностью (рисунок 2.16, б).



Рисунок 2.16. Операция поверхность соединения

Эквидистанта поверхности создает поверхность на определенном расстоянии от указанной. Если установить нулевое расстояние, то создается копия указанной поверхности (рисунок 2.17).



Рисунок 2.17. Операция эквидистанта поверхности

Поверхность по пласту точек (рисунок 2.18) и **Поверхность по сети точек** (рисунок 2.19). Может быть использована для создания поверхностей из облака точек, например, полученных с 3D-сканера, или из точек, полученных математическими расчетами.



Рисунок 2.19. Операция поверхность по сети точек

Поверхность по сети кривых позволяет создать поверхность на основе двух взаимно пересекающихся групп кривых (рисунок 2.20)



Рисунок 2.20. Операция поверхность по сети кривых.

Сшивка поверхностей позволяет объединить разные поверхности в общую группу, чтобы над ними можно было проводить операции, как над единым объектом. Также сшивка позволяет получить твердое тело из замкнутого набора поверхностей. Две разные поверхности – скругление между ними не строится (рисунок 2.21).



Рисунок 2.21. Операция сшивка поверхности

Усечение поверхности напоминает по функционалу твердотельную операцию вырезания. Только режет поверхности и группы сшитых поверхностей с помощью эскизов, кривых и других поверхностей (рисунок 2.22).


Рисунок 2.22. Операция усечение поверхности. Разбиение поверхности похоже по принципу на усечение с той лишь разницей, что усеченная часть не удаляется, а остается на месте (рисунок 2.23).



Рисунок 2.23. Операция разбиение поверхности

Операция Удалить грань позволяет удалить грань или поверхность. С её помощью можно удалять лишние поверхности, результаты разбиения поверхности и превращать твердые тела в набор поверхностей(в дереве при этом появляется сообщение о нарушении целостности тела) (рисунок 2.24).



Рисунок 2.24. Операция удалить грань Операция **Продление поверхности** позволяет продлевать существующие поверхности (рисунок 2.25).



Рисунок 2.25. Операция продлить поверхность

Практика 1. Создание 3D моделей сложных форм

Эти операции рассмотрим на примере создания детали «Маховик». 1.1. СОЗДАНИЕ ФАЙЛА ДЕТАЛИ

Создайте новый файл детали. **Файл** → **Создать** или нажмите кнопку **Создать** Панели **Стандартная**.

На панели **Вид** нажмите кнопку списка, справа от кнопки **Ориентация**, и из представленного списка выберите вариант **Изометрия XYZ**.

Задайте обозначение, наименование, цвет и материал модели (рисунок 1.1 a, б): • обозначение – ИГ.ХХ.ХХ.ХХ;

- наименование Маховик;
- цвет произвольный;
- материал Сталь 15 ГОСТ 1050-2013.



Рисунок 1.1. Свойства модели

Сохраните файл модели на жестком диске компьютера.

1.2. СОЗДАНИЕ ОСНОВАНИЯ ДЕТАЛИ

В детали Маховик в качестве основания будет принята цилиндрическая поверхность (см. рисунок 1.2). Ее эскиз будет размещен на профильной плоскости. Основание и внешнее кольцо маховика, являются телами вращения удобнее всего их будет создавать при помощи команды **Операция вращения**. К эскизам операции вращения предъявляются следующие дополнительные требования:

• в эскизе должна находиться одна ось вращения, изображенная в виде отрезка любой длинны со стилем линии **Осевая**;

- В эскизе может быть один или несколько контуров;
- Если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;

• Если контуров несколько, все они должны быть замкнуты. Один из них должен быть наружным, а другие – вложенными в него, при этом внешний контур образует форму элемента вращения, а внутренние контуры – отверстия. Допускается один уровень вложенности контуров;

• Ни один из контуров не должен пересекать ось вращения.

a)



Рисунок 1.2. Маховик: а) Дерево модели; б) 3D модель

В Дереве модели раскройте «ветвь» *Начало координат* щелчком на значке «+» слева от названия ветви и укажите *Плоскость ZY* (профильная плоскость). Нажмите кнопку Эскиз на панели **Текущее состояние**. Система перейдет в режим редактирования эскиза, Плоскость XY станет параллельной экрану.

Вычертите эскиз согласно рисунок 1.3.



Рисунок 1.3. Эскиз основания

Закройте эскиз. Для этого нажмите кнопку Эскиз 🕒 еще раз.

Нажмите кнопку **Операция вращения** на панели **Редактирование** детали. После вызова команды появляется панель свойств, а в окне документа фантом трехмерного элемента (рисунок 1.4, а).

Если контур в эскизе сечения не замкнут, в группе **Тип построения** возможны два варианта построения элемента вращения:

• тороид 🕅 – к контуру эскиза добавляется слой материала, в результате получается полая деталь – тонкостенная оболочка;

• сфероид 🕮 – эскиз является контуром поверхности вращения.

На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

• Тип построения- Сфероид (данное значение будет установлено по умолчанию);

• в окне Направление – Прямое (данное значение будет установлено по умолчанию);

• в окне Способ 1- На угол (данное значение будет установлено по умолчанию);

• в поле Угол прямого направления – 360.0 (данное значение будет установлено по умолчанию);



Рисунок 1.4. Операция вращение: a) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат **Операции вращения**

Для окончательного создания объекта нажмите кнопку Создать объект ^{***} на Панели специального управления – система построит основание детали (рисунок 1.4, б). В Дереве модели появиться строка Операция вращения:1.

1.3. СОЗДАНИЕ ВЕРХНЕГО КОЛЬЦА МАХОВИКА

В Дереве модели укажите *Плоскость ZY* (профильная плоскость). Нажмите кнопку Эскиз **Г** на панели **Текущее состояние**. Система перейдет в режим редактирования эскиза, *Плоскость XY* станет параллельной экрану.

Вычертите эскиз согласно рисунок 1.5.



Рисунок 1.5. Эскиз верхнего кольца маховика

Нажмите кнопку Операция вращения на панели Редактирование детали. На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

- Тип построения- Сфероид (данное значение будет установлено по умолчанию);
- в окне Направление Прямое (данное значение будет установлено по умолчанию);
- в окне Способ 1- На угол (данное значение будет установлено по умолчанию);

• в поле Угол прямого направления – 360.0 (данное значение будет установлено по умолчанию);



Рисунок 1.6. Операция вращение: а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат Операции вращения

Для окончательного создания объекта нажмите кнопку **Создать объект** ^{***} на Панели специального управления – система построит верхнее кольцо маховика (рисунок 1.6, а, б). В Дереве модели появиться строка **Операция вращения:2**.

1.4. СОЗДАНИЕ СПИЦЫ МАХОВИКА

Спица маховика будет создаваться при помощи кинематической операции 🥙.

Кинематическая операция позволяет создать основание модели, форма которой образуется за счет перемещения плоской фигуры вдоль направляющей. Здесь используются как минимум два эскиза: в одном из них изображено сечение кинематического элемента, в остальных – траектория движения сечения. Эскиз плоской фигуры называют эскизом-сечением, эскиз направляющей – эскизом-траекторией.

К эскизам кинематической операции предъявляются следующие дополнительные требования:

• В эскизе-сечении может быть только один контур;

• Контур может быть разомкнутым или замкнутым (если контур сечения не замкнут, то может быть построен тонкостенный элемент.

Эскиз-траектория может состоять из одного или нескольких эскизов. В качестве траектории может использоваться любая пространственная или плоская кривая, например, ребро, спираль, сплайн. Эскиз-траектория должен лежать в плоскости, не параллельной плоскости эскиза-сечения и не совпадающей с ней.

• Если траектория состоит из одного эскиза, должны выполняться следующие условия:

• В эскизе-траектории может быть только один разомкнутый или замкнутый контур;

• Если контур разомкнут, его начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения;

• Если контур замкнут, он должен пересекать плоскость эскиза-сечения.

Требования к траектории, состоящей из нескольких эскизов:

• В каждом эскизе-траектории может быть только один разомкнутый контур;

• Контуры в эскизах должны соединяться друг с другом последовательно (начальная точка одного совпадает с конечной точкой другого);

• Если эскизы образуют замкнутую траекторию, то она должна пересекать плоскость эскиза-сечения;

• Если эскизы образуют незамкнутую траекторию, то ее начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.

Создадим эскиз-траекторию движения сечения спицы. Откройте Эскиз:2 и скопируйте окружность, в качестве точки привязки выберите начало координат (см. рисунок 1.7, а). Закройте Эскиз:2.

В Дереве модели укажите *Плоскость ZY* (профильная плоскость). Нажмите кнопку Эскиз и на панели **Текущее состояние**. Вставьте, скопированный ранее, эскиз-сечение верхнего кольца маховика. Вычертите окружность диаметром 30 мм, центр которой находиться в начале координат. Построенная окружность соответствует внешнему контуру, ранее созданному, основанию маховика. Проведите Вспомогательные прямые как показано на рис. 1.7, б. Прямая которая проходит от одной окружности к другой и будет являться траекторией движения сечения.

С помощью команды **Отрезок** (стиль линии **Основная**) постройте траекторию движения, причем она должна заходить внутрь эскиза-сечения верхнего кольца маховика на 4-6 мм, с одной стороны и находиться на расстоянии 13 мм от начала координат, с другой стороны (рисунок 1.7, в, г). Далее удалите все лишнее оставив только траекторию движения эскиза (рисунок 1.7, г). Создайте эскиз.



Рисунок 1.7. Создание эскиза траектории движения сечения спицы

Создадим эскиз-сечение спицы. Для того чтобы начало эскиза-траектории находилось в плоскости эскиза-сечения необходимо создать вспомогательную плоскость, в которой и будет создан эскиз сечения.

При моделировании детали часто возникает необходимость в размещении эскизов не основных плоскостях проекций, а в некоторых вспомогательных плоскостях, В расположенных в определенном положении относительно имеющихся плоскостей проекций или относительно конструктивных элементов модели. Для решения этой проблемы системе Компас 3D предусмотрены команды для построения В вспомогательных которые находятся во плоскостей, вкладке Вспомогательная геометрия на Панели переключения. На панели расширенных команд построения вспомогательных плоскостей (рисунок 1.8) можно задать плоскости 13 видов:

• Команда Смещенная плоскость позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, расположенных на заданном расстоянии от указанной плоскости или плоской грани детали. Если перед вызовом команды была выделена плоскость или грань, то она будет воспринята в качестве опорного объекта для новой плоскости;



Рисунок 1.8. Панель расширенных команд построения вспомогательных плоскостей

• Команда Плоскость через три вершины позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, каждая из которых проходит через три указанные опорные точки. Опорными точками могут служить вершины, характерные точки графических объектов в эскизах (например, конец отрезка, центр окружности и т. п.) или начало координат;

• Команда Плоскость под углом к другой плоскости позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через прямолинейный объект под заданным углом к существующему плоскому объекту. Опорным прямолинейным объектом для построения плоскости может служить ребро, отрезок в эскизе или

вспомогательная ось. Опорным плоским объектом может служить вспомогательная плоскость или плоская грань;

• Команда Плоскость через ребро и вершину позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, каждая из которых проходит через прямолинейный объект и точку;

• Команда Плоскость через плоскую кривую 🖾 позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные плоские кривые. В качестве кривой может использоваться: линия эскиза, сплайн или ломанная с тремя вершинами, дуга, другие плоские кривые: ребро, имеющее форму окружности, и т.п.;

• Команда Плоскость через вершину параллельно другой плоскости позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные точки параллельно указанным конструктивным плоскостям или плоским граням;

• Команда Плоскость через вершину перпендикулярно ребру позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные точки перпендикулярно указанным прямолинейным объектам;

•Команда Нормальная плоскость позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, нормальных к цилиндрической или конической грани модели Так как к любой цилиндрической или конической поверхности можно провести множество нормальных плоскостей (все они будут проходить через ось цилиндра или конуса), для определения одной из них требуется задать дополнительное условие. Укажите плоскость или плоскую грань, параллельно которой должна пройти новая плоскость;

•Команда Касательная плоскость 🗭 позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, касательных к цилиндрической или конической грани модели. Чтобы построить плоскость, касающуюся грани в определенном месте, требуется задать линию касания. Линия касания определяется пересечением грани и нормальной к ней плоскости. Поэтому перед вызовом команды Касательная плоскость в модели должна быть построена нормальная плоскость, пересекающая нужную коническую поверхность в месте касания; в качестве такой плоскости может выступать и плоская грань, нормальная к поверхности;

• Команда **Плоскость, касательная к грани в точке** позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, касательных указанным граням в заданных точках. Чтобы построить плоскость, касающуюся грани в определенной точке необходимо указать грань, касательно к которой должна пройти новая плоскость. На выбранной грани появляются фантом ее теоретической поверхности в виде сетки изопараметрических кривых U и V и фантом создаваемой плоскости в виде прямоугольника. По умолчанию новая плоскость проходит через точку указания грани. Задать положение новой плоскости можно следующими способами:

1. задайте нужное положение точки, через которую будет проходить плоскость. Положение точки определяется смещением вдоль изопараметрических кривых U и V. Для задания смещения точки введите нужные значения в поля Параметр U, % и Параметр V, %;

2. свяжите точку, через которую будет проходить плоскость, с существующим точечным объектом. Для этого укажите нужный объект в Дереве построения или в окне модели.

• Команда Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные прямолинейные объекты параллельно или перпендикулярно другим прямолинейным объектам. Опорными прямолинейными объектами для построения плоскости могут служить ребра, вспомогательные оси или отрезки в эскизах; • Команда Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные прямолинейные объекты параллельно или перпендикулярно плоским объектам. Опорными прямолинейными объектами для построения плоскости могут служить ребра, вспомогательные оси или отрезки в эскизах. Опорными плоскими объектами могут служить вспомогательные плоскости или плоские грани модели;

• Команда Средняя плоскость позволяет построить биссекторную плоскость двугранного угла.

<u>Двугранный угол</u> – часть пространства, ограниченная двумя полуплоскостями, границей каждой из которых служит их общая прямая. Эти полуплоскости называются гранями двугранного угла, а граница – ребром двугранного угла. Угол между линиями пересечения граней двугранного угла с плоскостью, перпендикулярной ребру двугранного угла, называется линейным углом двугранного угла.

<u>Биссекторная плоскость</u> двугранного угла – плоскость, проходящая через биссектрису линейного угла этого двугранного угла.

Для построения эскиза-сечения спицы нажмите кнопку Смещенная плоскость Ξ на панели Вспомогательная геометрия. Укажите в Дереве модели *Плоскость ZX*,относительно нее будет создаваться смещенная плоскость. На экране модели появиться фантом создаваемой плоскости (рисунок 1.9). В поле Расстояние на Панели свойств введите значение 13 мм

и выберите Прямое направление смещения 🖾.

Нажмите кнопку Создать объект. В Дереве модели появиться строка Смещенная плоскость:1. Нажмите кнопку Прервать команду для выхода из построения смещенных плоскостей.

В Дереве модели выберите Смещенную плоскость:1. Нажмите кнопку Эскиз на панели Текущее состояние. Система перейлет в режим релактирова



Рисунок 1.9. Фантом создаваемой плоскости

Текущее состояние. Система перейдет в режим редактирования эскиза, Смещенная плоскость:1 станет параллельной экрану.

Вычертите эскиз согласно рисунок 1.10.

Закройте эскиз. Для этого нажмите кнопку

Эскиз Е еще раз. В Дереве модели появиться строка Эскиз:4.

Нажмите кнопку Кинематическая операция на панели управления. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно. Если эскиз выделен, то при вызове команды Кинематическая операция, он воспринимается как эскиз-сечение.

В нижней части окна появится панель свойств (рисунок 1.11). Если Эскиз:4 был выделен перед вызовом команды, то он автоматически буден занесен в поле Сечение на вкладке Параметры. В противном случае, на запрос системы Укажите эскиз для образующего сечения выделите нужный эскиз в Дереве модели или щелкните указателем мыши непосредственно на сам эскиз в рабочем окне.

Рисунок 1.10. Эскиз сечения спицы маховика

R3

ৰ⊐ 🐨 #ি থি	0 + + O	Се <u>ч</u> ение	(-) Эскиз:4]	Ребра 1	Движение сечения	罗生生
₩ □	🔊 Параметры 🖡	И Тонкая сте	енка ПРезульт	ат операции 🧖	Свойства		

Рисунок 1.11. Панель свойств кинематической операции

Затем на запрос Задайте траекторию... в Дереве модели укажите Эскиз:3. Указать на эскиз-траекторию можно также и непосредственно в окне документа. После этого на панели свойств в окне Траектория появится не название эскиза (поскольку эскизов может быть несколько), а количество линий, из которых сложена эта траектория по типу Ребра 1 (см. рис. 1.12). Все значения параметров немедленно отображаются на экране в виде фантома модели (рис 1.12, а).



Рисунок 1.12. Кинематическая операция:

а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат Кинематической операции

Для окончательного создания объекта нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления – система построит спицу маховика (рисунок 1.12, б). В Дереве модели появиться строка **Кинематическая операция:1**.

Для того чтобы эскиз-траектория (Эскиз:3) и Смещенная плоскость:1 не отвлекали при дальнейшем построении в Дереве модели щелкните правой кнопкой по соответствующим объектам и в появившемся диалоговом окне выберите команду Скрыть **>**.

1.5. ДОБАВЛЕНИЕ СКРУГЛЕНИЙ

Нажмите кнопку Скругление на панели Редактирование детали.

Укажите ребра между спицей и основанием, спицей и верхнем кольцом маховика (рисунок 1.13, а).

На панели свойств необходимо установить следующие параметры скругления:

- тип скругления С постоянным радиусом D;
- способ построения скругления Дугой окружности 🔊;
- в поле **Радиус** 2.0 мм.





Рисунок 1.13. Операция Скругление: a) фантом операции; б) конечный результат операции Скругление

Нажмите кнопку Создать объект [≁] на Панели специального управления – система построит скругление (рисунок 1.13, б). В Дереве модели появиться строка Скругление:1. 1.6. СОЗДАНИЕ МАССИВА ВДОЛЬ КРИВОЙ

Укажите переднюю грань основания детали (рисунок 1.14) и нажмите кнопку Эскиз

на панели **Текущее состояние**. Вычертите окружность, центр которой должен располагаться в начале координат, диаметром 26 мм (рисунок 1.15). Данная окружность будет являться кривой, вдоль которой будет строиться массив.

Создайте эскиз. В Дереве модели появиться строка Эскиз:5.



Рисунок 1.14. Выбор грани для построения в ней эскиза



Рисунок 1.15. Построение эскиза

Выберите вкладку **Массивы** на панели переключений и нажмите кнопку **Массив вдоль кривой**.

В Дереве модели укажите операции, которые участвовали в создании спицы маховика, в нашем случае это **Кинематическая операция:1** и **Скругление:1**.

На панели свойств, во вкладке **Параметры** (рисунок 1.16), нажмите на кнопку **Кривая** и после этого выберете в Дереве модели кривую, вдоль которой будет

строиться массив (Эскиз:5). После этого на панели свойств в окне Кривая появится не название эскиза (поскольку эскизов может быть или траектория может состоять из нескольких объектов), а количество линий, из которых сложена эта траектория по типу **Ребра 1** (см. рисунок 1.13).



Рисунок 1.13. Панель свойств операции массив вдоль кривой

Далее на панели свойств необходимо установить следующие параметры построения массива:

- в окне **Количество** 3;
- Способ построения Вдоль всей направляющей 粥;
- Обратное направление 🕥 (данное значение будет установлено по умолчанию);
- Доворачивать до нормали 🎯 (данное значение будет установлено по умолчанию).

При внесении изменений, на панели свойств, все значения параметров немедленно отображаются на экране в виде фантома модели (рисунок 1.14, а).



Рисунок 1.14. Операция Массив вдоль кривой: a) фантом операции; б) конечный результат операции Массив вдоль кривой

Для окончательного создания объекта нажмите кнопку **Создать объект** ^{***} на Панели специального управления – система построит массив (рисунок 1.14, б). В Дереве модели появиться строка **Массив вдоль кривой:1**.

Для того чтобы эскиз кривой, вдоль которой строился массив (Эскиз:5) не отвлекали при дальнейшем построении в Дереве модели щелкните правой кнопкой по нему и в появившемся диалоговом окне выберите команду Скрыть .

1.7. ДОБАВЛЕНИЕ СКВОЗНОГО ОТВЕРСТИЯ

Укажите переднюю грань основания детали (рисунок 144) и нажмите кнопку Эскиз

на панели **Текущее состояние**. Вычертите квадрат 10 × 10 мм, центр которого должен располагаться в начале координат, (рисунок 1.15).



Рисунок 1.15. Выбор грани для построения в ней эскиза



Рисунок 1.16. Построение эскиза

Нажмите кнопку Вырезать выдавливанием на панели Редактирование детали. На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

- в окне Направление Прямое направление;
- в окне Способ Через все;
- в поле Угол 1 0.0 (данное значение будет установлено по умолчанию).



Рисунок 1.16. Операция вырезать выдавливанием: а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат операции **Вырезать** выдавливанием

Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления – система построит сквозное отверстие в детали (рисунок 1.16 а, б). В Дереве модели появиться строка **Вырезать элемент выдавливания:1**.

1.8. ДОБАВЛЕНИЕ ГЛУХОГО ОТВЕРСТИЯ

В маховике нужно построить глухое резьбовое отверстие. С помощью команды **Вырезать выдавливанием** можно построить простые цилиндрические отверстия. Специальные команды позволяют создавать отверстия более сложной формы. Далее показано, как это можно сделать с помощью базовых функций системы.

Укажите переднюю грань основания детали (рисунок 144) и нажмите кнопку Эскиз на панели **Текущее состояние**. Вычертите окружность, центр которой должен располагаться в начале координат, диаметром 20 мм (рисунок 1.17). Построенная окружность будет является расстоянием, на котором будут располагаться центра проектируемых отверстий.

На построенной окружности поставьте точки согласно рисунок 1.17. В дальнейшем через данную точку будет проходить центр проектируемого отверстия. После нанесения точки, построенную ранее, окружность можно удалить.



Рисунок 1.17. Построение Эскиза:6

Создайте эскиз. В Дереве модели появиться строка Эскиз:7.

Нажмите кнопку Отверстие с зенковкой 💹 на панели Редактирование детали.

В нижней части окна появится панель свойств (рисунок 1.18). На Панели свойств появляются элементы управления общие для всех типов отверстий и характерные для выбранного типа отверстия.

	🐺 Простое отверстие	
	🐺 Отверстие с зенковкой	
	🖅 Отверстие с цековкой	
	😿 Отверстие с зенковкой и цековкой	
	🚃 🐺 Коническое отверстие	
	в 🕲 🐺 🗸 🗧 Нет 🛛 🚽 📜 10).0 🔃 ± [лубина Ш 🔽 40.0 🛟 ± Форма торца Ų 🔽 👾 118.0 🔽 ± □ Осе
S 49 2	иетры 🛱 Размещение 💿 Результат операции	Свойства

Рисунок 1.18. Панель свойств построения простого отверстия

В окне **Тип отверстия** можно выбрать форму профиля создаваемого отверстия (рисунок 1.18):

- Простое отверстие Т;
- Отверстие с зенковкой 🎩;
- Отверстие с цековкой 🐺;
- Отверстие с зенковкой и цековкой 🐺;
- Коническое отверстие 💹.

В процессе построения можно выбрать другой тип отверстия из списка Тип отверстия на Панели свойств или из контекстного меню.

Чтобы построить отверстие с зенковкой и резьбой, выполните следующие действия:

• Укажите переднюю грань основания детали (рисунок 114) для построения отверстия. Фантом отверстия с текущими параметрами появится в окне документа (рисунок 1.19). Центр отверстия по умолчанию располагается в точке начала координат

эскиза, в котором создается отверстие. Чтобы разместить отверстие в другом месте, укажите верхнюю точку в Эскизе:7;

• В окне Тип отверстия выберите отверстие с зенковкой;

• В окне Выберите стандарт резьбы укажите Метрическая резьба с крупным шагом ГОСТ 8724-2002;

• В окне Номинальный диаметр резьбы 🕅 – 3.0;

• В окне Шагрезьбы — 0.50 (данное значение будет установлено по умолчанию т.к. данное значение шага является единственным для выбранного номинального диаметра);

• Нажмите кнопку На заданную длину и в появившемся окне Длинна резьбы, введите значение 5.40 мм;

• В окне Глубина отверстия выберите На расстояние Ш;

• В окне Глубина отверстия – 7.0. Глубина отверстия рассчитывается как сумма длины резьбы и недореза. Недорез для выбранного номинального диаметра соответствует 2,5 мм (см. ГОСТ 10549-80);

• В окне Способ построения зенковки – По глубине и углу (h, α);

• В окне Глубина зенковки 📅 – 0.5. Выбранное значение соответствует глубине фаски для метрической резьбы номинальным диаметром 3 мм (см. ГОСТ 10549-80);

• В окне Угол конуса зенковки 📅 – 90.0 (данное значение будет установлено по умолчанию);

- В окне Форма торца Конический торец 👾;
- В окне **Угол конуса торца** 120.0.



Рисунок 1.19. Построение отверстия с зенковкой и резьбой: а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат операции

Нажмите кнопку Создать объект ^{***} на Панели специального управления – система построит глухое отверстие в детали (рисунок 1.19 а, б). В Дереве модели появиться строка Отверстие:1.

1.9. СОЗДАНИЕ МАССИВА ПО ТОЧКАМ

Выберите вкладку Массивы³ на панели переключений и нажмите кнопку Массив по точкам ³.

В Дереве модели укажите отверстие с зенковкой и резьбой (Отверстие:1).

На панели свойств, во вкладке **Параметры** (рисунок 1.20), нажмите на кнопку Точки и после этого выберете, в Дереве модели, точки по которым будет строиться массив. В нашем случае это **Эскиз:7**. При внесении изменений, на панели свойств, все значения параметров немедленно отображаются на экране в виде фантома модели (рисунок 1.21, а).

പ 😨		<u></u> Точки	Эскиз:	7 Ори	ентация 🛃 🚀	🔬 Ба <u>з</u> овая точка	а 😡 🖗 🗹 Проецировать	Пеометрический массив
சுப	ω,	🔊 Выбор объ	ьектов	••••Параметры	33 Экземпляры	Свойства		

a

Рисунок 1.20. Панель свойств операции массив по точкам

Рисунок 1.21. Операция Массив по точкам: a) фантом операции; б) конечный результат операции **Массив по точкам**

Для окончательного создания объекта нажмите кнопку Создать объект ^{***} на Панели специального управления – система построит массив (рисунок 1.21, б). В Дереве модели появиться строка Массив по точкам:1.

Для того чтобы эскиз точек по которым строился массив (Эскиз:7) не отвлекали при дальнейшем построении в Дереве модели щелкните правой кнопкой по нему и в появившемся диалоговом окне выберите команду Скрыть .

Практика 2. Создание 3D моделей сложных форм Операции по сечениям

Эти операции рассмотрим на примере создания детали «Молоток».

1.1. СОЗДАНИЕ ФАЙЛА ДЕТАЛИ

Создайте новый файл детали. **Файл** → **Создать** или нажмите кнопку **Создать** Панели **Стандартная**.

На панели **Вид** нажмите кнопку списка, справа от кнопки **Ориентация**, и из представленного списка выберите вариант **Изометрия XYZ**.

Задайте обозначение, наименование, цвет и материал модели:

- обозначение ИГ.ХХ.ХХ.ХХ;
- наименование Молоток;
- цвет произвольный;
- материал Сталь 45 ГОСТ 1050-2013.

3.2. СОЗДАНИЕ ПРАВОЙ ЧАСТИ МОЛОТКА

В детали Молоток (рис. 2.1) контур детали образуется плавным переходом от одного сечения к другому, поэтому удобнее всего его будет создавать при помощи команды **Операция по сечения** . К эскизам операции по сечениям предъявляются следующие дополнительные требования:

- эскизы могут быть расположены в произвольно ориентированных плоскостях;
- эскиз начального и конечного сечения может содержать контур или точку;
- эскиз промежуточного сечения может содержать только контур;
- контур в эскизе может быть только один;
- контуры в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты.



Рис. 2.1. Молоток: a) Дерево модели; б) 3D модель

Требования к эскизу-направляющей следующие:

- в эскизе может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- контур должен пересекать плоскости всех эскизов;

эскиз должен лежать в плоскости, не параллельной плоскостям эскизов-сечений. На панели Вспомогательная геометрия выберите команду Смещенная плоскость

Экажите в Дереве модели Плоскость ZY, относительно нее будет создаваться смещенная плоскость. На экране модели появиться фантом создаваемой плоскости. В поле Расстояние на Панели свойств введите значение 10 мм и выберите Прямое направление смещения . Нажмите кнопку Создать объект. В Дереве модели появиться строка Смешенная плоскость:1.

В окне построения модели укажите созданную смещенную плоскость и постройте вторую плоскость относительно нее. В поле **Расстояние** на Панели свойств введите значение 10 мм и выберите **Прямое направление** смещения. Нажмите кнопку **Создать** объект. В Дереве модели появиться строка **Смещенная плоскость:2**. Создайте Смещенную плоскость: 3 на расстоянии 10 мм относительно Смещенной плоскости: 2 и Смещенную плоскость: 4 на расстоянии 10 мм относительно Смещенной плоскости: 3 (рисунок 2.2).

Создайте Смещенную плоскость: 5 на расстоянии 40 мм относительно Смещенной плоскости: 4 (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2. Создание пяти смещенных плоскостей

Вычертите эскизы в каждой из построенной плоскости согласно табл. 1. Начало координат должно располагаться в центре эскизов.

Таблица 1





Нажмите кнопку Операция по сечениям 🦀 на инструментальной панели. После вызова команды в нижней части экрана раскроется вкладка Параметры панели свойств (рисунок 2.3). На запрос системы Укажите эскиз укажите в Дереве модели последовательно Эскиз:1 – Эскиз:5. Список сечений в порядке их указания появляется в справочном окне Список сечений на панели свойств. Все значения параметров отображаются на экране в виде фантома модели (рис. 2.4, а).



Рис. 2.3. Панель свойств операции по сечениям

Нажмите кнопку Создать объект ^{***} на Панели специального управления – система построит поверхность молотка (рисунок 2.4, б). В Дереве модели появиться строка Операция по сечениям:1.



Рисунок 2.4. Операция по сечениям:

а) фантом операции; б) конечный результат операции по сечениям

Для того чтобы вспомогательные плоскости не отвлекали при дальнейшем построении в Дереве модели щелкните правой кнопкой по каждой из них и в появившемся диалоговом окне выберите команду Скрыть .

1.3. СОЗДАНИЕ ЛЕВОЙ ЧАСТИ МОЛОТКА

При создании модели по сечениям можно задать направляющую, которая будет задавать направление построения операции по сечениям. В Дереве модели выберите *Плоскость ZY* (фронтальная плоскость). Нажмите кнопку Эскиз на панели Текущее состояние.

На компактной панели в режиме создания эскиза, выберите раздел **Геометрия** и с помощью команды **Вспомогательная прямая** постройте линии, с помощью которых, будет проводиться направляющая операции по сечениям (рисунок 2.5). Вызовите команду **Дуга, касательная к кривой** и постройте дугу окружности, которая будет касательной к вспомогательной линии проходящей через *ось ОХ* (рисунок. 2.6). На панели свойств в разделе **Направление** выберите **Построение по часовой стрелке**.

Укажите первую точку в начале коордит, а вторую точку, необходимую для построения дуги и определяющую ее радиус, укажите согласно рисунок 2.6.

Закройте эскиз. Для этого нажмите кнопку Эскиз 🕒 еще раз.



Создайте плоскость сечения. На панели Вспомогательная геометрия выберите команду **Плоскость через вершину перпендикулярно ребру**. В качестве ребра укажите дугу (Эскиз:7), а в качестве вершины – конец дуги, (см. рисунок 2.7).





Рисунок 2.7. Выбор вершины при построении вспомогательной плоскости

Рисунок 2.8. Построение Эскиза:8

Нажмите кнопку Создать объект. В Дереве модели появиться строка **Перпендикулярная плоскость:1**. Нажмите кнопку **Прервать команду** для выхода из построения вспомогательной плоскости.

В Дереве модели выберите **Перпендикулярную плоскость:1**. Нажмите кнопку Эскиз **Ш** на панели **Текущее состояние**. Система перейдет в режим редактирования эскиза, **Перпендикулярная плоскость:1**станет параллельной экрану.

Вычертите эскиз согласно рис. 2.8.

Нажмите кнопку Операция по сечениям 🦀 на инструментальной панели. На запрос системы Укажите эскиз укажите в Дереве модели эскизы Эскиз:1 и Эскиз:8. На вкладке

Параметры, панели свойств, нажмите кнопу **Осевая линия** и в Дереве модели укажите **Эскиз:7**.

Нажмите кнопку Создать объект ^{**} на Панели специального управления – система построит поверхность молотка (рис. 2.9, а, б). В Дереве модели появиться строка Операция по сечениям:2.



Рис. 2.9. Операция по сечениям: a) фантом операции; б) конечный результат операции **по сечениям**

Для того чтобы вспомогательная плоскость и направляющая (Эскиз:7) не отвлекали при дальнейшем построении в Дереве модели щелкните правой кнопкой по каждой из них и в появившемся диалоговом окне выберите команду Скрыть .

1.4. ДОБАВЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Укажите переднюю поверхность молотка (рисунок 2.10) и нажмите кнопку Эскиз на панели **Текущее состояние**. Вычертите окружность, центр которой располагается в начале координат, диаметром 30 мм (рисунок 2.11).



Рисунок 2.10. Выбор грани для построения в ней эскиза



Рисунок 2.11. Построение Эскиза:9

Создайте эскиз.

Нажмите кнопку Операция выдавливания и на панели Редактирование детали. На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

- в окне Направление Прямое направление;
- в окне Способ На расстояние;
- в поле **Расстояние 1** 7.0 мм;

в поле Угол 1 – 0.0 (данное значение будет установлено по умолчанию).

Нажмите кнопку Создать объект ^{***} на Панели специального управления – система построит цилиндрическую поверхность детали (рисунок 2.12, а, б). В Дереве модели появиться строка Операция выдавливания:1.



Рисунок 2.12. Операция выдавливания:

а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат Операции выдавливания

В Дереве модели выберите *Плоскость ZX* (горизонтальная плоскость). Нажмите кнопку Эскиз на панели Текущее состояние.

Постройте эскиз согласно рисунок 2.13.

Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием** на панели **Редактирование детали**. На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

- в окне Направление Два направления;
- в окне Способ 1 Через все;
- в поле Угол 1 0.0;
- в окне Способ 2 Через все;
- в поле Угол 2 0.0;



Рисунок 2.13. Построение Эскиза:10



Рисунок 2.14. Операция вырезать выдавливанием: а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат операции **Вырезать** выдавливанием

Нажмите кнопку Создать объект ^{***} на Панели специального управления – система построит сквозное отверстие в детали. В Дереве модели появиться строка Вырезать элемент выдавливания:1(рисунок 2.14).

В Дереве модели выберите *Плоскость ZX* (горизонтальная плоскость). Нажмите кнопку Эскиз¹¹ на панели Текущее состояние.

Постройте эскиз согласно рисунок 2.15.



Рисунок. 2.15. Построение Эскиза:11

Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием** на панели **Редактирование детали**. На панели свойств необходимо установить следующие параметры выдавливания:

- в окне Направление Прямое направление;
- в окне Способ Через все;
- в поле Угол 1 0.0.



Рисунок 2.16. Операция вырезать выдавливанием: а) фантом трехмерного элемента; б) конечный результат операции **Вырезать** выдавливанием

Нажмите кнопку Создать объект ^н на Панели специального управления – система построит сквозное отверстие в детали (рисунок 2.16 а, б). В Дереве модели появиться строка Вырезать элемент выдавливания:2.

3.5. ДОБАВЛЕНИЕ СКРУГЛЕНИЙ И ФАСОК

Создайте скругления согласно табл. 2.

a)

Таблица 2

		Создание скруглений	
Название операции	Параметры скругления	Выбор ребра	Конечный результат операции
Скругление:1	 тип скругления – С постоянным радиусом; способ построения скругления – Дугой окружности; Радиус – 1.0 мм. 		
Скругление:2	• тип скругления – С постоянным радиусом; • способ построения скругления – Дугой окружности; • Радиус – 2.0 мм.		



Нажмите кнопку Фаска на панели Редактирование детали.

Укажите ребро как показано на рисунок 2.17, а.

На панели свойств необходимо установить следующие параметры построения фаски:

- тип построения Построение по стороне и углу 🖾;
- в поле Длинна **1** 1.0 мм;
- в поле Угол 45.0 (данное значение будет установлено по умолчанию);

• направление построения – Первое направление (данное значение будет установлено по умолчанию).



Рисунок 2.17. Операция Фаска: а) фантом операции; б) конечный результат операции **Фаска**

Нажмите кнопку **Создать объект** ^{**} на Панели специального управления – система построит фаски на выбранном ребре (рис. 2.17, б). В Дереве модели появиться строка **Фаска:1**.

Практика 3. Создание 3D моделей сложных форм Поверхность по сети точек

В данном занятии будет использован заранее подготовленный текстовый файл данных **Координаты_точек.txt**. Этот файл, а также модель Колодка_обувная_результат.m3d с результатом построения находится в папке указанной преподавателем.

Построим сплайновую поверхность по сети точек. Точки поверхности должны располагаться рядами, содержащими одно и то же количество точек.

- Создайте~ 🗅 ~новую деталь и сохраните~ 🖻 ~ее под именем Колодка обувная.
- Переключитесь на набор инструментальных панелей Каркас и поверхности.
- Нажмите кнопку Поверхность по сети точек~ 🖤 ~на панели Поверхности.
- Нажмите кнопку Читать из файла в секции Координаты точек сети Панели параметров (рисунок 3.1).





Откройте файл **Координаты_точек.txt** из папки в диалоге открытия файлов (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2. Диалоговое окно открытия файлов

Файл будет прочитан. На экране появится сообщение о количестве точек. Фантом поверхности в виде сети точек отобразится в графической области (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3. Результат импорта точек

Поверните модель, чтобы убедиться в том, что сеть точек образует поверхность без разрывов (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4. Результат импорта точек

Чтобы поверхность стала замкнутой, включите опцию Замкнуть по V (рисунок 3.5).

Создание	Редактирование
Тип: Поверхность	N 38
~	Параметры поверхности
Сеть точек:	Рядов: 18, Точек в ряду: 10
Порядок по U:	4
[Замкнуть по U
Порядок по V:	4
	✓ Замкнуть по V

Рисунок 3.5. Диалоговое окно свойств операции

Нажмите кнопку Создать объект по сети точек будет построена сплайновая поверхность (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6. Результат операции

Добавим поверхности, закрывающие построенную поверхность с двух сторон (рисунок 3.7).



Рисунок 3.7. Места для поверхностей

Нажмите кнопку Заплатка 🐼 ~на панели Поверхности.

Для построения первой заплатки укажите ребро, ограничивающее ее поверхность (рисунок 3.8).



Рисунок 3.9. Результат операции

Поверните модель и постройте вторую заплатку, выполнив такие же действия, как и для первой, но указав нижнее ребро (рисунок 3.10.



Рисунок 3.10. Результат операции

Заплатки появляются в Дереве построения. Они являются отдельными поверхностями, которые могут быть удалены из модели или объединены в прилегающими поверхностями (рисунок 3.11).



Рисунок 3.11. Дерево построения

Нажмите кнопку Сшивка поверхностей – на панели Поверхности. Включите отображение Дополнительного дерева . Укажите все построенные поверхности: **Поверхность по сети точек** и **Заплатки 1 и 2** в Дополнительном дереве (рисунок 3.12).



Рисунок 3.12. Сшивка поверхностей

Включите опцию Создавать тело на Панели параметров, чтобы в результате работы команды создалось тело, ограниченное поверхностями (рисунок 3.13).

Поверхности	Поверхность по сети точек:1 Заплатка:1 Заплатка:2	4 •
Точность:	0.01	1
\rightarrow	🖌 Создавать тело	
~	Свойства	

Рисунок 3.13. Опция Создавать тело

Нажмите кнопку Создать объект И. Включите отображение структуры в Дереве,

нажатием кнопки Структурное представление на его инструментальной панели. Полученное тело Поверхность 1 отображается в Дереве (рисунок 3.14).



Рисунок 3.14. Результат операции

Поверхность по сети кривых

В данном занятии будет использован заранее подготовленный файл Шлюпка заготовка.m3d, содержащий набор кривых.

Построим сплайновую поверхность по двум взаимно пересекающимся семействам кривых. Все кривые первого семейства считаются кривыми направления U, а все кривые второго семейства — кривыми направления V. Кривые должны быть созданы заранее. Откройте файл Шлюпка_заготовка.m3d.В файле построена сетка кривых, задающих форму поверхности модели. Для наглядности измените ориентацию модели, как показано на рисунке. Например, выберите вариант **Tutorials** из меню кнопки **Ориентация**... на Панели быстрого доступа (рисунок 3.15).



Рисунок 3.15. Меню Ориентация

Сохраните его под именем Шлюпка.m3d (рисунок 3.16).



Построение боковой поверхности Шлюпки

Переключитесь на набор инструментальных панелей Каркас и поверхности.

Нажмите кнопку Поверхность по сети кривых и на панели **Поверхности**. В Дереве построения укажите кривые сети в первом направлении (направлении U). Кривые нужно указать именно в такой последовательности: Сплайны 1, 14, 15, 16, 2.

Кривые сети можно указывать в графической области, соблюдая порядок их

следования в сети. При указании кривых нужно следить за видом курсора . В графической области будет показан текущий фантом поверхности (рисунок 3.17).



Рисунок 3.17. Фантом поверхности

Проверьте наличие объектов в поле Кривые (U) на Панели параметров. Если вы ошиблись и указали неверный объект, например, вершину вместо кривой, выделите ее на

Панели параметров и нажмите кнопку Удалить. Укажите ее заново и расположите ее в списке до или после определенной кривой при помощи кнопок со стрелками(рисунок 3.18).

Сплайн:1	
Сплайн:14	-
Сплайн:15	+
Сплайн:16	ŧ
Сплайн:2	

Рисунок 3.18. Фантом поверхности

Активизируйте поле **Кривые (V)** на Панели параметров. Укажите кривые второго направления (направления V). Кривые нужно указать в такой последовательности: Сплайны 3, 5, 6, 4, 9, 10, 11, 12, 13. По мере указания кривых фантом поверхности будет перестраиваться (рисунок 3.19).



Рисунок 3.19. Кривые V

Проверьте наличие объектов в поле Кривые (V) на Панели параметров (рисунок 3.20).

Сплайн:5 Сплайн:6 Сплайн:4 Сплайн:9 Сплайн:10 Сплайн:11 Сплайн:12	4 Middle	Сплайн:3
Сплайн:6 Сплайн:4 Сплайн:9 Сплайн:10 Сплайн:11 Сплайн:12		Сплайн:5
Сплайн:4 Сплайн:9 Сплайн:10 Сплайн:11 Сплайн:12		Сплайн:б
Сплайн:9 Сплайн:10 Сплайн:11 Сплайн:12		Сплайн:4
Сплайн:10 Сплайн:11 Сплайн:12		Сплайн:9
Сплайн:11 Сплайн:12		Сплайн:10
Сплайн:12		Сплайн:11
C × 13		Сплайн:12
Сплаин:13		Сплайн:13

Рисунок 3.20. Кривые V

Нажмите кнопку Создать объект поверхность будет построена (рисунок 3.21).



Рисунок 3.21. Кривые V

Построение носовой поверхности Шлюпки

Продолжите построение в команде Поверхность по сети кривых или вызовите вновь, если она была отменена.

В графической области укажите кривые сети в направление U: Сплайны 1 и 2 (рисунок 3.22).



Рисунок 3.22. Кривые U

Активизируйте поле **Кривые** (V) на Панели параметров. Укажите кривую Сплайн 13 (курсор 1), а затем в графической области вершину Вершину 16 Сплайна 13 (курсор 2).При указании вершины курсор должен иметь вид + (рисунок 3.23).



Рисунок 3.23. Кривые V

Если не удается указать вершину 13 на модели, раскройте в Дереве раздел Сплайн 16 и укажите объект Вершина 13.

Убедитесь, что объекты выбраны правильно (рисунок 3.24).

C × 3
Сплаин:2
Замкнуть по U
Направление V
Сплайн:13
Вершина (13). Сплайн:16
Замкнуть по V

Рисунок 3.24. Диалоговое окно Поверхности по сети кривых

Нажмите кнопку Создать объект 🗹 (рисунок 3.25).



Рисунок 3.25. Результат операции

Скройте пространственные кривые, отключив показ раздела Кривые и точки в Дереве построения. В модели показано ребро поверхностей (рисунок 3.26).



Рисунок 3.26. Ребро поверхностей

Сшивка поверхностей

Нажмите кнопку Сшивка поверхностей на панели Поверхности. Убедитесь, что опция Создавать тело на Панели параметров отключена.
Укажите в Дереве Поверхности по сети кривых 1 и 2 (рисунок 3.27).



Рисунок 3.27. Сшивка поверхностей

Нажмите кнопку Создать объект 🚩 .

В результате будет получена единая поверхность Сшивка поверхностей 1.

Зеркальное отражение поверхностей

Поверхность, построенную в предыдущей операции, можно зеркально отразить относительно плоскости симметрии Шлюпки.

Вызовите команду Зеркальный массив и на панели Массив, копирование (группа Массив по сетке).

Укажите копируемый объект – построенную поверхность Шлюпки.

Активизируйте поле **Плоскость**. Укажите плоскость симметрии – плоскость ZX. Вы можете указать объекты в Дереве построения (рисунок 3.28).



Рисунок 3.28. Выбор области симметрии

Нажмите кнопку Создать объект . В результате должна получиться симметричная грань (рисунок 3.29).



Рисунок 3.29. Результат операции

Построение поверхности кормовой части лодки

Нажмите кнопку Линейчатая поверхность и на панели Поверхности. Укажите в графической области первую направляющую – ребро поверхности. Следите за видом

курсора при указании ребер 🕇 (рисунок 3.30).



Рисунок 3.30. Выбор ребер

Активизируйте поле **Контур 2** на Панели параметров. Укажите вторую направляющую — ребро зеркального отражения (рисунок 3.31).





Построение верхней поверхности

Продолжите построение в команде Линейчатая поверхность Постройте поверхность, закрывающую лодку сверху. Укажите в качестве первой, направляющей два ребра модели, щелкнув по ним мышью (рисунок 3.32).



Рисунок 3.32. Выбор ребер

Активизируйте поле **Контур 2** Панели параметров. Укажите вторую направляющую – два ребра отраженной поверхности (рисунок 3.33).



Нажмите кнопку Создать объект 🗹 (рисунок 3.34).



Рисунок 3.34. Результат операции

Сшивка поверхностей с созданием тела

Создадим тело, ограниченное ранее построенными поверхностями. Вызовите команду

Сшивка поверхностей на панели **Поверхности**. Выполните операцию сшивки Поверхностей по сети кривых 1 и 2, Зеркального отражения 1, Линейчатых поверхностей 1 и 2 (рисунок 3.35).

ø	• 🖋 Сплайн:15
ø	▶ 🖋 Сплайн:16
•	💖 Поверхность по сети кривых:1
0	💖 Поверхность по сети кривых:2
•	🕌 Сшивка поверхностей:1
0	 • Зеркальное отражение:1
•	🐬 Линейчатая поверхность:1
•	🐬 Линейчатая поверхность:2

Рисунок 3.35. Выбор поверхностей

Включите опцию Создавать тело на Панели параметров.

В результате будет получена единая поверхность Сшивка поверхностей 2. Нажмите

кнопку Создать объект . Нажмите кнопку Структурное представление на инструментальной панели Дерева построения. В Дереве появится тело – Поверхность 3 (рисунок 3.36).





Таким образом поверхностная модель Шлюпки преобразовалась в тело. Построение закончено (рисунок 3.37).





Сохраните модель

Практика 4. Создание параметрических моделей

Начнем построение 3D модели, нажимаем на деталь, появляется окно для построения модели (рисунок 4.1).



Рисунок 4.1. Начальное окно КОМПАС 3D

В центре рабочего экрана можно увидеть три плоскости (рисунок 4.2).

Z L X

Рисунок 4.2. Рабочая область

Для того, чтобы увидеть, в каких координатах лежит каждая из плоскостей, это можно увидеть в левой части экрана, во вкладке Дерево, и раскрыть начало координат (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3. Дерево модели

Здесь можно увидеть все три плоскости, и где они находиться. Также это можно увидеть внизу, в левой части экрана, при наведении на координаты. Либо при их нажатии (рисунок 4.4).

	Файл	Правка	Выд	елит	ь Ви	ид З	Эскиз	Модели	иро	вание	Оформле	ение	Диагностика	Упра	влен	ние На
+	💽 Дета.	ль БЕЗ ИІ	МЕНІ	/12	×											
	Твердоте моделир	ельное ование	D		B	%	Автол	иния		П Эл Бы	емент давливани	19	↑		_	Ребро жестко
-	Каркас и поверхни	ости	₿	þ	B	0	Окруз	жность		💽 Вы	резать давливани	ем	Отверстие	2	ſ	Сечени
Ц	Инструм эскиза	іенты	\$	\Rightarrow		, C	Прям	оугольни	ик	Ск	ругление		🚺 Уклон		3	Булева операц
	*		Сис	темна	ня 🗄		Эски	з 🔻	. ::				Э	лементы	тела	
Å.	Дерево								₽							
毘	ដ្រៃ ង្រំ	de II	1													
f_{x}	Υ 🔎															
≡		• O	Детал	пь (Т	ел-0))										
	o	•	- •	Нача	ло ко	оорд	инат									
	0		≠ П	Ілоск	ость	XY										
	0		#П	Ілоск	сость	ZX										
	0		🕫 П	Ілоск	сость	ZY										
	0		/ 0	сь Х												
	0		/ 0	сь ү												
	0		/0	сь Z												

Рисунок 4.4. Дерево модели

Начнем создание эскиза. Для этого еще раз выделяем необходимую плоскость, где будет создаваться эскиз. Выберем плоскости ZX и нажимаем Создать эскиз.

Создадим несложную деталь, под названием Планка, которая будет содержать в себе два отверстия. Также обязательно нужно отметить включенную функцию Параметрический режим для последующего создания параметрической 3D модели 9рсунок 4.5).

\otimes	Файл Г	Травка	Выделить	ь Ви	д Вставка Чеј	очени	ие Ограничения M	оделирование Диагн	ностика Настройка	Прил	южения Окно	Справка			
+	🖸 Детал			×											
•	Твердотел моделиро	льное ование	D 🖿	B	Элемент выдавливан	ия	🎊 Автолиния	💽 Окружность	Фаска	<u>4</u> A	Автоосевая	🛩 Усечь кривую	Удлинить до	. *~	Разбить крив
-	Каркас и	сти	ම් බ		Вырезать выдавливан	ием	Прямоугольник	€Дуга	Скругление	7	/словное тересечение	Переместить п	Р 📇 Повернуть	X	Зеркально отразить
Ц	Инструме эскиза	енты	60		Ребро жесткости		Отрезок	Вспомогатель	Спроецировать	T٢	Надпись	с⊐ Копия □Сауказанием	🛃 Масштабиров	2	Деформация перемещени
	×		Системна	я 8	Элементы	• 8		Геометрия	▼ ≣	0	бозначения	1	Изменение геометрии		
Ë	Дерево	A 48				0	<u>F</u>		🎬 🖪 🤣	• //_	í & € ∰		🏦 🍌 🕶 😭 🕸	•	জ - তা
		bn ∷					-				Параметриче	ский режим			
f _x	Y P						_								
Ξ		• 🖸	Деталь (Т	ел-0)							Включение па	раметрического реж	има.		
	0	• /	🗕 🔴 Нача	ло ко	ординат						После вызова	команды включается	ассоциативность		
	0		≠ Плоск	ость	XY			всех объектов, параметризация всех построении и фиксация размеров. Если параметрический режим							
	• Илоскость ZX						-	включен, связи и ограничения накладываются на							
	0		🖉 Плоск	ость	ZY		-					атически.			
	0		Ось Х								Подробнее: 📔	1			
	0		Ось У												
	0		/ Ось Z												
		D.	🔓 🔒 Эскиз	s:1											
		_	_												

Рисунок 4.5. Параметрический режим

Начнем создание прямоугольника. Зададим высоту 60 мм, и ширину 30 мм. Нажимаем Enter. Для того, чтобы привязаться к центру прямоугольника, то есть чтобы прямоугольник строился от центра точки координат, выберем тип построения Прямоугольник по центру и вершине и привязываемся к точке центра координат.



Рисунок 4.6. Построение прямоугольника

Нажимаем Нормаль к и система автоматически приближает эскиз в удобном положении (рисунок 4.7).



В размере прямоугольника выбираем Авторазмер, задаем высоту и ширину. Отключаем допуск и нажимаем Применить (рисунок 4.8).



Рисунок 4.8. Построение прямоугольника

Выходим из эскиза. Выдавим эскиз на 2,5 мм. Для этого выделяем эскиз, и нажимаем Элемент выдавливания. Задаем расстояние в 2,5 мм, и нажимаем Создать объект (рисунок 4.9).



Рисунок 4.9 Выдавливание прямоугольника

Если перевернуть модель, то можно убедиться, что эскиз был выдавлен. Закроем окно выдавливания.

Создадим отверстие на детали. Для этого выделяем грань, где будет начинаться построение, и нажимаем Создать эскиз (рисунок 4.10).



Рисунок 4.10 Создание эскиза отверстия Выбираем Окружность, и построим окружность диаметром 15 мм (рисунок 4.11).



Рисунок 4.11 Создание эскиза отверстия

Зададим размер до отверстия, то есть окружности. Выбираем центр окружности, и правую крайнюю линию. Оставляем расстояние 15 мм, и фиксируем высоту по окружности. Также задаем 15 мм и нажимаем Создать объект. Закрываем окно, выходим из эскиза (рисунок 4.12).



Рисунок 4.12 Создание эскиза отверстия

Вырежем построенный эскиз отверстия. Для этого выделяем эскиз и нажимаем Вырезать выдавливанием. Предварительно выбираем Вырезать **Через все**, выдавливание происходит насквозь. Нажимаем создать объект, закрываем окно (рисунок 4.13).



Рисунок 4.13 Вырез отверстия

Создадим еще одно отверстие с помощью операции Массив по сетке. Для этого во вкладке Массив и копирование выбираем инструмент **Массив по сетке**. Далее указываем на объект, для которого необходимо сделать массив.

Задаем направление массива на 90° и зададим количество экземпляров: 2 штуки. Расстояние оставим 30 мм, и нажимаем Создать объект (рисунок 4.14).



Рисунок 4.14 Массив по сетке

Видим, что массив был осуществлен. Закрываем окно. Исходная деталь планки построена (рисунок 4.15).



Рисунок 4.15 Результат операции

Создадим скругление на углах, радиусом 5 мм. Для удобства перейдем в режим каркаса.

Далее выбираем Скругление. Зададим радиус 5 мм, и выбираем все места, где будет осуществлено скругление. Выбираем все четыре угла, и нажимаем Создать объект (рисунок 4.16).



Рисунок 4.16 Операция скругления Закрываем окно и возвращаемся в режим полутонового каркаса (рисунок 4.17).



Рисунок 4.16 Операция скругления

Итак, модель построена. Перейдем к процессу параметризации модели. Для этого, во вкладке Настройка включим панель **Переменная** (рисунок 4.17).



Рисунок 4.17 Панель Переменная Здесь находятся все переменные, которые содержит модель (рисунок 4.18).



Рисунок 4.18 Панель Переменная

Итак, поставим задачу, что необходимо увеличить количество отверстий в детали, но при этом будет изменяться длина детали и ее толщина. То есть будем иметь три переменные: количество отверстий, длина детали и ее толщина. Итак, начнем с параметризации длины детали. Для этого зададим длину детали в эскизе обозначением L, при этом это обозначение проявляется по верхней вкладке переменных (рисунок 4.19).

\otimes	Файл	Правка	Выде	лить	Вид	Эскиз	Мод	целиро	ование	Оформление	Диагностика	Управление	Настройка
+	🖸 Дета	аль БЕЗ И	мени	13 ×									
	Твердот модели Каркас	гельное рование и		ම [බ [9 8 8 (ပို့ Автол ၃၂Окруж	иния кност	ъ	6,37 6,85 0,85	іемент ідавливания ірезать	Придать толщину Отверстие	Pe6 жес Cev	іро сткости чение
Ц	Инстру	менты	\$	à	[⊐Прямо	ругол	ьник		сругление	Уклон	С Бул	ева
~	≤киза		Сист	емная	8	Эскиз	-				Эл	ементы тела	рация
	Переме f _x ۹	енные 5 🗖 К	- 1	F #				¢	\$				
Jx		Имя	Выр	ажени	ie 3	Значение	2	Пара	м				
=	▼ Де	таль (Тел-	-1)						-				
		l			60		60		-				
								-					
	۰ŀ	Начало ко	ордин	нат									
	▼ 3	скиз:1	-										
		v	3				0	Иск	л				
		v	3		L		60	Лин	ei				
		v1(5		30		30	Лин	ei				
	► 3	лемент в	ыдавл	ивани	ія:1								
	► 3	скиз:2											
	► 3	лемент в	ыдавл	ивани	ія:2								
	► N	Лассив по	сетке	e1									
	F (Скруглени	ie:1										

Рисунок 4.19 Панель Переменная

Добавим еще одну переменную и обозначим N. Ставим количество 10, и создадим зависимость изменения длины детали. Обозначим N*30, и нажмем перестроить модель (рисунок 4.20).



Рисунок 4.20 Панель Переменная

Можно увидеть, что изменения длины детали было параметризировано, но количество отверстий осталось неизменным (рисунок 4.21).



Рисунок 4.21 Работа с переменными

Так как отверстия были построены с помощью операции массива, то, соответственно, это нужно искать во вкладке Массив по сетке. То есть, здесь нужно задать напротив количества, где был обозначен Массив по сетке – 2, переменную, которая уже задана. Перестроим деталь (рисунок 4.22).



Рисунок 4.22 Работа с переменными

Таким образом, мы добавили еще одну зависимость, которая параметризирована по количеству отверстий (рисунок 4.23).



Рисунок 4.23 Результат операции

Осталась подвязать параметризацию толщины детали, то есть сделать так, чтобы с изменением и с ростом длины и количества отверстий – будет расти и толщина детали. Для этого ищем во вкладке Элемент выдавливания, так как это касается операции выдавливания, переменную, обозначающую толщину детали. Зададим здесь зависимость N*1,02. Данное значение может изменяться. Это не является существенным. Перестроим деталь (рисунок 4.24).



Рисунок 4.24 Работа с переменными Итак, видим, что деталь стала толще (рисунок 4.25).



Рисунок 4.25 Результат операции

Проверим, как будет изменяться параметризация, если задать переменную, то есть количество отверстий для примера 4 (рисунок 4.26).

國 Файл Правка Выделить Вид Эскиз Моделирование Оформление Диагностика Управление Настройка Приложения Окно Справка



Рисунок 4.26 Работа с переменными

Перестроим деталь, и видим, что с изменением количества отверстий – изменяется как толщина, так и длина детали (рисунок 4.27).



Рисунок 4.27 Результат операции

Таким образом операция параметризации модели позволяет мгновенно перестраивать деталь и подвязывать все ее последующее размеры, путем изменения всего лишь одной переменной.

Практика 5. Сборочные модели сложных конструкций.

Сборка в Компас 3D – трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подсборок и стандартных изделий, а также информацию о взаимном положении этих компонентов и зависимостях между параметрами их элементов.

В процессе создания сборок задается состав сборки, вносятся в нее новые компоненты или удаляются существующие. Модели компонентов записаны сохраняются непосредственно на диске компьютера, а в файле сборки хранятся ссылки на эти компоненты. Пользователь может указать взаимное положение компонентов сборки, задав параметрические связи между их гранями, ребрами и вершинами. Эти параметрические связи называются сопряжениями.

В сборке можно выполнить формообразующие операции, имитирующие обработку изделия в сборе (например, создать отверстие, проходящее через все компоненты сборки и отсечь часть сборки плоскостью).

Существует три основных подхода в создании сборок:

1. Проектирование «снизу-вверх».

- 2. Проектирование «сверху-вниз».
- 3. Смешанный тип проектирования.

Проектирование «снизу-вверх». При этом подходе проектирования каждый компонент сборки создается отдельно. Затем все созданные компоненты загружаются в сборку и им накладываются соответствующие связи (сопряжения). Данный вид сборки целесообразно применять при небольшом количестве компонентов. Практически во всех сборках, формы и размеры сопрягаемых деталей связаны между собой и поэтому при проектировании каждой детали требуется точно определить и запомнить размеры и формы компонентов, их расположение и т.д.

Проектирование «сверху-вниз». Проектирование отдельных компонентов происходит непосредственно в файле сборки. При этом первый компонент моделируется в обычном порядке, а при моделировании последующих компонентов используются существующие. Например, эскиз основания новой детали создается на грани существующей и точно

повторяет ее контур. При этом автоматически возникают ассоциативные связи, позволяющие изменяться одному компоненту в зависимости от изменений в другом компоненте. Такой способ проектирования удобен в связи с тем, что не требуется запоминать размеры и топологию взаимосвязанных деталей, также ускоряется процесс проектирования ввиду отсутствия постоянного переключения между рабочими окнами.

Смешанный подход проектирования. Данный подход проектирования наиболее распространен в практике и сочетает в себе приемы проектирования «снизу-вверх» и «сверху-вниз». При таком проектировании часть деталей добавляется в сборку в виде отдельных компонентов, на них накладываются соответствующие связи, а часть элементов разрабатывается уже на месте с учетом расположения отдельно разработанных компонентов.

Рассмотри создание сборок в Компас 3D на примере создания изделия «Блок направляющий» (рисунок 4.1), которое состоит из одной сборочной единицы «Ролик», четырех деталей и нескольких стандартных изделий.



Рисунок 5.1. Блок направляющий

СОЗДАНИЕ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ «РОЛИК»

Сборочная единица состоит из двух деталей: «Ролик» и «Втулка». Сборка создается подходом «Снизу-вверх» с размещением компонентов (рисунок 5.2).



Рисунок 5.2. Ролик

Самостоятельно создаются детали «Ролик» и «Втулка». Обязательно при создании детали укажите свойства модели: наименование детали, обозначение и материал из которого будет изготовлена деталь. Чертежи деталей приведены на рисунке 5.3 и 5.4.



Рисунок 5.3. Чертеж детали «Ролик»



Рисунок 5.4. Чертеж детали «Втулка»

1. ВВОД СВОЙСТВ МОДЕЛИ

1.1 Для входа в режим определения свойств детали нажмите правой кнопкой мыши в любом пустом месте окна модели. Из контекстного меню выполните команду Свойства модели (рисунок 5.5).

1.2 На Панели свойств выберите поле **Обозначение** и введите туда обозначение документа по ГОСТ 2.201-80 (например, **КГ.01.01**) (рисунок 5.6).

1.3 В поле Наименование введите название детали (например, «Ролик») (рисунок 5.6).

1.4 Раскройте список Цвет и определите цвет детали (рисунок 5.6).





Рисунок 5.5. Окно «Свойства модели»

Рисунок 5.6. Свойства модели

1.5 Выбор материала.

1.5.1 Для определения материала, из которого изготовлена деталь, откройте вкладку Параметры МЦХ.

1.5.2 На панели **Материал** нажмите кнопку **Выбрать материализ справочника** 1.5.3 Из появившегося меню вызовите команду **Выбрать материал...** (рисунок 5.7).

		。 19	
	Свойство	3421104140	Выбрать материал
	Обозначение материала	Сталь 40Х ГОС	Обновить данно материалу
	Плотность, г/мм 3	0.0079	Информация о ма ериале
	Стиль штриховки	11111	Улалить материал
	Цвет штриховки		удолить материал
	Угол штриховки	45	
Построение Истолнения Зоны			
Способ определения МЦХ 🕒 🖼	Материал << Масса, г 84	65.65 Пересчитать	мцх
🖳 🖓 🖓 Свойства 🖓 Параметры МНХ			

Рисунок 5.7. Выбор материала

1.5.4 В окне Выбор объекта нажмите кнопку Добавить объект из справочника (рисунок 5.8).



Рисунок 5.8. Выбор материала

На экране откроется окно Библиотека Материалы и Сортаменты (рисунок 5.9).

🎼 Материалы и Сортаменты для КОМПАС	- D X
<u>Файл Редактор Вид И</u> нструменты С <u>е</u> рвис <u>С</u> правка	
▶ 品 🖉 🛠 🌪 🗊 📾 🗠	
Выбранный объект Металлы и сплавы	
📣 Материалы	Свойства Дополнительная информация
— Материалы разные	Все свойства 🗸 🗸 🕄 🖓 🕼
ш метеллы и сплавы	Наименование Значение Ед.нэм. Контекст ▶ Стиль штриховки КОМПАС 0
	Сортамент Размеры
	Типоразмеры 🖓 🔂 🕼
	Параметр Значение
	І руппа материалов Металлы и сплавы
援 Сортаменты	
🛃 Обработки	
🔀 Формы	
🖹 Документы	

Рисунок 5.9. Выбор материала

1.5.5 На Панели выбора (в левой части окна) последовательно откройте «ветви» Металлы и сплавы – Металлы черные – Стали – Стали легированные (рисунок 5.10).

1.5.6 Далее найдите нужную сталь (например, Столь 40Х ГОСТ 4543-71) и нажмите

по ней правой кнопкой мыши и в появившемся меню выбрать «Выбрать» [] (рисунок 5.11).



Рисунок 5.11. Выбор материала

Окно Библиотека Материалы и Сортаменты закроется, обозначение экземпляра сортамента будет скопировано на панель Материал Панели свойств (рисунок 5.12).



Рисунок 5.12. Свойства детали

1.5.7 Для выхода из режима определения свойств детали нажмите кнопку Создать объект 📥

Аналогичные действия произвести со всеми деталями сборки.

2. СОЗДАНИЕ ФАЙЛА СБОРКИ

2.1 Нажмите кнопку Создать на панели Стандартная.

2.2 Укажите тип создаваемого документа – Сборка и нажмите кнопку ОК (рисунок 5.13). На экране появится окно новой сборки.





Рисунок 5.14. Свойства модели

2.3 Войдите в режим определения свойств сборки. Для этого нажмите правой кнопкой мыши в пустом месте окна модели и вызовите из контекстного меню команду Свойства модели.

2.4 Введите обозначение сборки (например, «КГ.01.00») наименование И ee (например, «Ролик»).

2.5 Для выхода из режима определения свойств сборки нажмите кнопку Создать

объект (рисунок 5.14).

2.6 Установите для модели стандартную ориентацию Изометрия ХҮΖ.

2.7 Сохраните сборку на лиске 🖽

3. ДОБАВЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ФАЙЛОВ

3.1 Чтобы добавить в сборку компонент, уже имеющийся на диске в виде файла, нажмите кнопку Добавить из файла 🕮 на панели Редактирование сборки 🖻.

3.2 В диалоге открытия файлов, укажите деталь «Ролик» и нажмите кнопку Открыть.

Примечание: Обычно в качестве первого выбирают тот компонент сборки, к которому удобнее добавлять все прочие компоненты.

Часто процесс создания сборки повторяет реальные сборочные операции. Здесь в «Ролик» необходимо вставить «Втулку».

На экране появится фантом указанного компонента, который можно перемещать в окне сборки.

3.3 Аккуратно укажите точку начала координат сборки. Курсор должен находиться в режиме указания начала координат (рисунок 5.15).

3.4 Нажмите кнопку Создать объект на Панели специального управления.

Примечание: Первый компонент автоматически фиксируется в сборке в том положении, в котором он был вставлен. Признаком фиксации элемента служат символы (ф) слева от имени компонента в Дереве Рисунок модели. Зафиксированный компонент не может быть перемещен или повернут в системе координат сборки.



5.15. Добавление компонента «Ролик»

Фиксацию компонентов можно отключать и включать с помощью команд из контекстного меню (рисунок 5.16).

Дерево модели 🕴	×
餯 (+) КГ.01.00 Ролик (Тел-0, Сборочных единиц-0, Деталей-1)	
🗄 — 🗇 Системы координат	
் டி (ф) Компоненты	
௵ (ф) КГ.01.00 Ролик	

Рисунок 5.16. Дерево модели

Хотя бы один из компонентов сборки обязательно должен быть зафиксирован. Это позволит правильно определить положение всех остальных компонентов.

3.5 Добавьте в сборку деталь «Втулка» 🖾. Поместите ее рядом с Роликом. В этот момент достаточно указать ее произвольное положение (рисунок 5.17).



Рисунок 5.17. Добавление компонента «Втулка»

4. СОПРЯЖЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ

После предварительного размещения компонента можно приступить к заданию его точного положения в сборке. Это достигается за счет формирования сопряжений между компонентами.

Сопряжение – параметрическая связь между гранями, ребрами, вершинами, плоскостями или осями разных компонентов сборки. Для того чтобы определить положение детали Втулка, нужно задать два сопряжения.

4.1 Нажмите кнопку Соосность на инструментальной панели Сопряжения .

4.2 Укажите цилиндрические грани на «Ролике» и «Втулке» (рисунок 5.18).

Положение детали «Ролик» фиксировано в пространстве сборки. Деталь «Втулка» развернется так, что указанные грани станут соосны (рисунок 5.19).

4.3 Нажмите кнопку Совпадение объектов и укажите плоские кольцевые грани на «Ролике» и «Втулке» (рисунок 5.20).

После этого деталь «Втулка» займет точное положение в сборке (рисунок 5.21).







Добавление сопряжения Рисунок 5.19. Соосность «Втулки» и «Ролика»



Рисунок 5.20. Добавление сопряжения «Совпадение объектов»



Рисунок 5.21. Совпадение объектов «Втулка» и «Ролик»

4.4 Нажмите кнопку Прервать команду 🔤.

4.5 Нажмите кнопку Сохранить 🔲 на панели Стандартная.

Примечание: Все сопряжения сохраняются в Дереве модели на «ветви» Сопряжения. При необходимости их можно отредактировать, исключить из расчета или удалить. СОЗДАНИЕ СБОРКИ ИЗДЕЛИЯ

Создание сборки происходит подходом «Снизу-вверх» с размещением компонентов.

Сборка состоит из деталей, созданных отдельно по чертежам, указанным в Приложении 1, а также ранее созданной сборочной единице «Ролик» (рисунок 5.22).



Рисунок 5.22. Сборочная модель «Блок направляющий»

5. СОЗДАНИЕ ФАЙЛА СБОРКИ<u>. Д</u>ОБАВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ «ВИЛКА»

5.1 Создайте новый файл сборки.

5.2 Установите ориентацию Изометрия ХҮΖ.

5.3 В режиме определения свойств сборки задайте ее обозначение (например, **КГ.00.00**) и наименование (например, **«Блок направляющий»**).

5.4 Сохраните сборку на диске, указав имя (например, «Блок направляющий КГ.00.00»).

6. ДОБАВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ «ВИЛКА»

6.1 Нажмите кнопку Добавить из файла 🕮.

6.2 В диалоге открытые документы (при необходимости открыть документы путем нажатия на кнопку Из файла и указав путь нахождения файла) укажите деталь КГ.00.01. «Вилка» и нажмите кнопку **ОК** (рисунок 5.23).



Рисунок 5.23. Добавление детали «Вилка»

6.3 Укажите точку начала координат сборки +

6.4 Нажмите кнопку Создать объект на Панели специального управления (рисунок 5.24).



Рисунок 5.24. Деталь «Вилка»

7. РАЗМЕЩЕНИЕ ПО СОПРЯЖЕНИЯМ. ДОБАВЛЕНИЕ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ «РОЛ<u>ИК</u>»

7.1 Нажмите кнопку Добавить из файла 🕮.

7.2 В диалоге **Открытые** документы укажите сборочную единицу КГ.01.00 «Ролик» и нажмите кнопку **ОК**.

7.3 На Панели свойств нажмите кнопку По сопряжениям (рисунок 5.25).

7.4 В группе **Выбор сопряжения** на Панели свойств нажмите кнопку **Соосность** (рисунок 205).

⊲⊣	STOP Auto	🔎 🖉 🗵 Опорная точка	140.0	;	-88.0	;	Объект не с выбор сопряжения 🖉 🖈 🛣 🖉 🖉 Сопряжения »
•	ゆ 🕄 ー	Разме По сопряжениям ва					Соосность

Рисунок 5.25. Выбор режима добавления Рисунок 5.26. Добавление сопряжений «По сопряжениям» «Соосность»

7.5 В Дополнительном окне укажите цилиндрическую грань Втулки (рисунок 5.27).



Рисунок 5.27. Указание элемента соосности в сборочной единице «Ролик»

7.6 В Окне модели укажите цилиндрическую грань Вилки (рисунок 5.28).

Ролик нужно расположить точно между проушинами *Вилки*. Для этого нужно совместить их системные плоскости.

7.7 В группе Выбор сопряжения на Панели свойств нажмите кнопку Совпадение объектов 🖾.

В Дереве модели сборки Блок направляющий укажите Плоскость ZY 7.8 (рисунок 5.29).





5.28. Рисунок Указание соосности в детали «Вилка»

элемента Рисунок 5.29. Выбор плоскости сопряжения «Блока направляющего»

7.9 Такую же плоскость укажите в Дереве модели сборочной единицы Ролик в Дополнительном окне (рисунок 5.30).



Рисунок 5.30. Выбор плоскости сопряжения «Ролика»



Рисунок 5.31. Деталь «Втулка» И сборочная единица «Ролик» в сборе

на Панели специального управления. Нажмите кнопку Создать объект 7.10 Сборочная единица Ролик займет правильное положение в сборке (рисунок 5.31).

8. ДОБАВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ «ОСЬ»

- Добавьте в сборку деталь КГ.00.04. Ось 2. 8.1
- На Панели свойств нажмите кнопку По сопряжениям . 8.2

В группе Выбор сопряжения на Панели свойств нажмите кнопку 8.3

Соосность

8.4 Укажите цилиндрическую грань Вилки (рисунок 5.32).

8.5 В Дополнительном окне укажите цилиндрическую грань Оси (рисунок 5.33). Деталь Ось будет расположена вдоль оси отверстия в проушине Вилки (рисунок 5.34).







Рисунок 5.32. Выбор элемента сопряжения детали «Вилка»

Рисунок 5.33. Выбор элемента сопряжения детали «Ось»

Рисунок 5.34. Соосность деталей «Вилка» и «Ось»

8.6 Нажмите кнопку Совпадение объектов
8.7 Увеличьте деталь Ось и укажите плоскую ко

Увеличьте деталь Ось и укажите плоскую кольцевую грань (рисунок 5.35).

8.8 Поверните сборку и укажите грань на *Вилке*, в которую при сборке должна упереться *Ось* (рисунок 5.36).

Деталь Ось будет вставлена в проушины Вилки (рисунок 5.37).







Рисунок 5.37. Совпадение детали «Ось» и «Вилка»

Рисунок 5.35. Выбор грани совпадения элемента детали «Ось»

- Рисунок 5.36. Выбор элемента совпадения детали «Вилка»
- 8.9 Установите ориентацию Изометрия ХҮΖ.

8.10 Нажмите кнопку **Параллельность** Икажите плоскую грань на дне паза (рисунок 5.38).

8.11 Укажите плоскую грань на проушине (рисунок 5.39).



Рисунок 5.38. Выбор грани детали «Ось» для сопряжения «Параллельность»



Рисунок 5.39. Выбор элемента детали «Вилка» для сопряжения «Параллельность»

8.12 Нажмите кнопку Создать объект на Панели специального управления.

9. ДОБАВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ «ПЛАНКА»

- 9.1 Добавьте в сборку деталь КГ.00.03. Планка
- 9.2 На Панели свойств нажмите кнопку По сопряжениям

9.3 Наложите сопряжение **Соосность** между левой парой цилиндрических граней на *Вилке* и на *Планке* (рисунок 5.40).

9.4 Наложите сопряжение Соосность между правой парой граней (рисунок 5.41).



Рисунок 5.40. Выбор элементов деталей «Вилка» и «Планка» для сопряжения «соосность»



Рисунок 5.41. Выбор элементов деталей «Вилка» и «Планка» для сопряжения «соосность»

- 9.5 Нажмите кнопку Совпадение объектов 🖾.
- 9.6 Разверните сборку и укажите обратную грань Планки.
- 9.7 Установите ориентацию **Изометрия XYZ** и укажите грань на *Вилке* (рисунок 5.42). После этого Планка будет прижата к Вилке и займет правильное положение в сборке (рисунок 222).



Рисунок 5.42. Выбор элементов деталей «Вилка» и «Планка» для сопряжения «совпадение»



Рисунок 5.43. Сопряжение «Планки» и «Вилки»

9.8 Если деталь займет неправильную ориентацию, в списке Сопряжения компонента на Панели свойств укажите сопряжение Совпадение и нажмите кнопку Редактировать (рисунок 5.44).



Рисунок 5.44. Редактирование сопряжений

9.9 Нажмите кнопку Обратная ориентация (рисунок 5.45).





9.10 Нажмите кнопку Создать объект на Панели специального управления. СОЗДАНИЕ КОМПОНЕНТА В КОНТЕКСТЕ СБОРКИ

На этом этапе создания сборки на примере детали *Кронштейн* (рисунок 5.46)будет создана модель методом «Сверху-вниз» в контексте сборки (рисунок 5.47).



Рисунок 5.46. Чертеж детали «Вилка».



Рисунок 5.47. Деталь «Кронштейн» сборочной модели «Блок направляющий»

10. ВЫДАВЛИВАНИЕ БЕЗ ЭСКИЗА10.1Разверните сборку и укажите обратную грань детали Вилка (рисунок 5.48).







Рисунок 5.48. Выбор поверхности эскиза

Рисунок 5.49. Операция «Выдавливание»

Рисунок 5.50. Результат операции «Выдавливание»

10.2 Нажмите кнопку Создать деталь и панели Редактирование сборки.

10.3 Сохраните новую деталь на диске, указав имя (например, «Кронштейн_КГ.00.02»).

10.4 Нажмите на индикатор Эскиз 🕒 и отключите режим.

10.5 Вновь укажите грань детали Вилка.

10.6 Нажмите кнопку **Операция выдавливания** на панели **Редактирование** детали.

10.7 На Панели свойств раскройте список Направление и укажите Прямое направление.

10.8 В поле **Расстояние 1** на Панели свойств введите значение *а* (в соответствии с вариантом) (рисунок 5.49).

10.9 Нажмите кнопку Создать объект – будет создано основание новой детали (рисунок 5.50).

11. ДОБАВЛЕНИЕ ОПОРНОЙ ПЛОЩАДКИ

В средней части основания нужно создать опорную площадку.

11.1 Укажите грань и создайте на ней новый эскиз 🛅 (рисунок 5.51).


Рисунок 5.51. Выбор поверхности эскиза



Рисунок 5.53. Построение прямоугольника

Рисунок 5.52. Построение прямоугольника



Рисунок 5.54. Построение прямоугольника

11.2 Постройте прямоугольник . Положение его вершин укажите на вертикальных ребрах основания с помощью привязки **Точка на кривой** (рисунок 5.52).

11.3 Проставьте вертикальный размер , определяющий высоту прямоугольника и присвойте ему значение 30 мм.

11.4 Нажмите кнопку Выровнять точки по горизонтали на Расширенной панели команд параметризации точек инструментальной панели Параметризация .

11.5 Укажите среднюю точку на отрезке и точку начала координат эскиза (рисунок 5.53).

Прямоугольник переместится в середину основания (рисунок 5.54).

11.6 Выдавите эскиз в прямом направлении на расстояние *l* (в соответствии с вариантом) (рисунок 5.55).



Рисунок 5.55. Операция «Выдавливание» опорной площадки

12. СОЗДАНИЕ РЕБРА ЖЕСТКОСТИ

12.1 В Дереве модели раскройте «ветви» Компоненты – Деталь – Системы координат и укажите Плоскость ZY (рисунок 5.56).

12.2 Нажмите кнопку Эскиз 🖽.

12.3 Нажмите кнопку Непрерывный ввод объектов на панели Геометрия

12.4 Постройте два отрезка так, как это показано на рисунок 5.57. Для этого укажите «на глаз» три точки, через которые проходят отрезки (рисунок 5.57).



Рисунок 5.56. Дерево модели «Кронштейн»



12.5 Для окончательного определения эскиза проставьте три линейных размера (рисунок 5.58).

12.6 Закройте эскиз — модель должна выглядеть так, как показано на рисунок 5.59.



Рисунок 5.58. Проставление размеров ребра Рисунок 5.59. Эскиз модели ребра жесткости жесткости

12.7 Нажмите кнопку **Ребро жесткости** на панели **Редактирование** детали

12.8 Откройте вкладку Толщина на Панели свойств.

12.9 В поле **Толщина стенки** введите значение *s* (в соответствии с вариантом) (рисунок 5.60).



Рисунок 5.60. Свойства ребра жесткости

12.10 Нажмите кнопку Создать объект (рисунок 5.61).



Рисунок 5.61. Результат построения ребра жесткости

13. РЕДАКТИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТА НА МЕСТЕ

13.1 Отключите кнопку Редактировать на месте на панели Текущее состояние.

13.2 Ответьте «Да» на запрос системы относительно сохранения изменений в детали (рисунок 5.62). Система вернется в режим редактирования сборки. Все компоненты восстановят свой цвет – они вновь доступны для редактирования.

13.3 Проследите за тем, чтобы элемент Деталь в Дереве модели был текущим.

13.4 Нажмите кнопку Редактировать на месте – система вернется в режим редактирования.

13.5 На ребре жесткости постройте скругление радиусом 20 мм (рисунок 5.63).





Рисунок 5.62. Результат моделирования детали «Кронштейн» в окне модели сборки

Рисунок 5.63. Построение скруглений на детали «Кронштейн»

13.6 Отключите кнопку Редактировать на месте

13.7 Ответьте «Да» на запросы системы относительно сохранения изменений в детали.

14. РЕДАКТИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТА В ОКНЕ

После того как основные элементы детали определены в контексте сборки, дальнейшую работу над ней можно продолжить в отдельном окне.

14.1 Укажите компонент *Деталь* в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Редактировать в окне** (рисунок 5.64).



Рисунок 5.64 Дерево модели

Деталь Кронштейн будет открыта в отдельном окне.

14.2 Установите ориентацию Изометрия ХҮΖ.

15. ПОСТРОЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ. БИБЛИОТЕКА СТАНДАРТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

В опорной площадке нужно построить четыре сквозных отверстия. Для этой цели можно использовать либо команду Вырезать выдавливанием , либо команды построения отверстий, например, команду Отверстие с зенковкой . Более высокий уровень сервиса можно получить при использовании Библиотеки Стандартные Изделия.

15.1 Вызовите команду Библиотеки – Стандартные изделия – Вставить элемент. На экране откроется окно Библиотеки Стандартные Изделия. 15.2 Нажмите кнопку Конструктивные элементы (рисунок 5.65).

Библиотека Стандартные Изделия					×
		i			
Канавки С С С С С С С С С С С С С С С С С С С					
🗄 🧰 Шлицы	Канавки	Отверстия	Проточки для выхода резьбы		
□ Шпоночные пазы □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □	Шлицы	Шпоночные пазы	Неактуальные конструктивн		
			Применить Отмена	Спр	авка

Рисунок 5.65. Окно библиотеки

15.3 В Дереве библиотеки, расположенном в Области навигации, раскройте «ветви» Отверстия – Отверстия цилиндрические – Отверстия сквозные под крепежные детали ГОСТ 11284-75.

15.4 Выполните двойное нажатие левой кнопки мыши на элементе Отверстия сквозные под крепежные детали с зенковкой – система перейдет в режим позиционирования отверстия (рисунок 5.66).



Рисунок 5.66. Окно библиотеки

15.5 В окне модели укажите грань опорной площадки (рисунок 5.67). 15.6 Поверните модель и укажите обратную грань опорной площадки (рисунок 5.68).



15.7 Определите способ позиционирования отверстия. Для этого на Панели свойств нажмите кнопку От двух ребер (рисунок 5.69).

<- ∞•	🖉 Деталь.Операция 💓 Не выбрано	🗸 🕂 🐼 🕢 🧔 🖉 Не выбрано	X: 0.0	🕂 🖉 🐼 Корано	Y: 0.0	÷ 🎘 🖓 R: 0.0
ų.	Позиционирование	От двух ребер				

Рисунок 5.69 Указание способа позиционирования отверстия

15.8 Поверните модель и аккуратно укажите длинное ребро на опорной площадке. Курсор должен находиться в режиме выбора ребер (рисунок 5.70).

- 15.9 В поле Координата Х введите значение 35 мм (рисунок 5.71).
- 15.10 Укажите короткое ребро на опорной площадке (рисунок 5.72).
- 15.11 В поле Координата У введите значение 20 мм (рисунок 5.73).



Рисунок 5.70. Выбор первой грани

	v.	35.0	
деталь.операция	^ .	33.0	-

Рисунок 5.72. Простановка расстояния от первой грани



Рисунок 5.71. Выбор второй грани



Рисунок 5.73. Простановка расстояния от второй грани

15.12 Позиционирование отверстия закончено – нажмите кнопку Создать объект

15.13 Выполните двойной щелчок мышью в поле Конструкция и размеры (рисунок 5.74).

15.14 В окне Выбор типоразмера и параметров откройте список Диаметр стержня крепежной детали и укажите *b* (рисунок 5.75).

15.15 Система предложит три варианта отверстий разного диаметра. Укажите нужное значение *J* (в соответствии с вариантом) и нажмите кнопку ОК (рисунок 5.76).

15.16 В окне Библиотеки Стандартные Изделия нажмите кнопку **Применить** (рисунок 5.77).

Отверстие О	Φ1,1/Φ1,3x90°	6
\		
Отображени ?		
. Детализация	Стандартный	
Конструкция и размеры		
Диаметр стержня крепежной детали	1	
Диаметр отверстия	1,1	

 Budop runopsakepos un napakerpos
 X

 Ar (model)
 Ar (model)
 X

 Ar (model)
 X

 Ar (model)
 -</

Рисунок 5.74. Конструкция и размеры отверстия

Рисунок 5.75. Выбор типоразмера отверстия



Exhi Fuga Capacity Copacity
 Copacity Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity
 Copacity

Рисунок 5.76. Выбор типоразмера

Рисунок 5.77. Выбор отверстия

В модели будет построено отверстие, а в Дереве модели появится новый элемент (рисунок 5.78).



Рисунок 5.78. Результат применения библиотеки конструктивных элементов

15.17 Нажмите кнопку Прервать команду на Панели специального управления.

15.18 Щелчком на кнопке Отмена закройте окно Библиотеки Стандартные Изделия.

16. КОПИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПО СЕТКЕ

Остальные отверстия можно построить как массив элементов с помощью операции копирования по сетке.

16.1 Нажмите кнопку **Массивпо сетке** на инструментальной панели **Массивы**

16.2 Укажите отверстие в Дереве модели (рисунок 5.79).



Рисунок 5.79. Выбор отверстия

16.3 Откройте вкладку Параметры на Панели свойств – система перейдет в режим определения параметров массива (рисунок 5.80).

🔠 🔠 Отверсти	е Ф18/Ф На <u>к</u> лон	0.0 💠 🛨	N <u>1</u> 3 ↓ ₩ar1
🔊 Выбор объектов	👯 Параметры	<table-of-contents> Экземпляры</table-of-contents>	📲 Свойства

Рисунок 5.80. Параметры массива элементов

16.4 В модели укажите прямолинейное ребро, которое будет являться первой осью массива (рисунок 5.81).



Рисунок 5.81. Выбор первой оси массива

- 16.5 В поле **N1** (количество копий по первой оси) введите значение 2.
- 16.6 поле Шаг 1 (значение шага по первой оси) введите значение 100.

16.7 На Панели свойств включите кнопку **Обратное направление** (рисунок 5.82).



Рисунок 5.82. Свойства построения массива

16.8 На Панели свойств включите кнопку Вторая ось 🕮 (рисунок 5.83).



Рисунок 5.83. Включение команды «Вторая ось массива»

16.9 В модели укажите прямолинейное ребро, которое будет являться второй осью массива (рисунок 5.84).

16.10 В поле *N*2 (количество копий по второй оси) введите значение 2.

16.11 В поле Шаг 2 (значение шага по второй оси) введите значение 100.

16.12 Включите кнопку **Обратное направление**. Фантом массива перестроится (рисунок 5.85).



Рисунок 5.84. Выбор второй оси массива



Рисунок 5.85. Фантом массива



Рисунок 5.86. Результат операции «Массив»

16.13 Нажмите кнопку Создать объект – будет построен массив отверстий (рисунок 5.86).

17. ЗАВЕРШЕНИЕ ДЕТАЛИ «КРОНШТЕЙН»

8.1 На опорной площадке постройте два скругления радиусом 10 мм (рисунок 5.87).

8.2 Скруглите все острые кромки радиусом *3* мм. Кромки, расположенные на обратной стороне, скруглять не нужно (рисунок 5.88).



Рисунок 5.87. Скругление граней



Рисунок 5.88. Скругление кромок



Рисунок 5.89. Результат создания отверстий и скруглений в детали «Кронштейн»

18. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ДЕТАЛИ

18.1 Войдите в режим определения свойств детали. Введите ее обозначение, наименование и измените цвет (например, КГ.00.02; наименование «Кронштейн»; цвет детали на *Сливовый*).

18.2 Назначьте для детали материал – серый чугун СЧ18 ГОСТ 1412-85.

- 18.3 Нажмите кнопку Создать объект
- 18.4 Нажмите кнопку Перестроить на панели Вид.
- 18.5 Нажмите кнопку Сохранить на панели Стандартная.
- 18.6 Закройте окно модели 🗵 (рисунок 5.89).

ДОБАВЛЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

На этом этапе проектирования сборки будет показано добавление стандартных изделий из Библиотеки Стандартные изделия (рисунок 5.90).



Рисунок 5.90. Сборочная модель с применением стандартных деталей

19. ДОБАВЛЕНИЕ СТОПОРНЫХ ШАЙБ

19.1 Планку необходимо прикрепить к *Вилке* винтами и шайбами. Установите ориентацию **Изометрия XYZ** и увеличьте место установки *Планки* (рисунок 5.91).



Рисунок 5.91. Отверстие резьбовое под Винты

19.2 Вызовите команду Библиотеки – Стандартные изделия – Вставить элемент. На экране откроется окно Библиотека Стандартные Изделия (рисунок 5.92).



Рисунок 5.92. Добавление стандартных изделий

19.3 Откройте вкладку Стандартные изделия в верхней части окна.

19.4 В Дереве окна раскройте «ветвь» **Крепежные изделия** нажав на значек «+» слева от названия ветви.

19.5 Затем раскройте «ветви» Шайбы – Шайбы стопорные.

19.6 Выполните двойное нажатие левой кнопки мыши на элементе Вырубная стопорная шайба ГОСТ 10462-81 (исп. 2) (рисунок 5.93).



Рисунок 5.93. Выбор типа Шайбы

19.7 В Области свойств выполните двойное нажатие левой кнопки мыши в поле **Диаметр крепежной детали** (рисунок 5.94).

🚱 Библиотека Стандартные Изделия								\times
Файл Вид Сервис Справка								
# # 0 b \$ 9 8		0 i						
	Ограничительный пе	речень Все размеры						
		Шайба 2.	3 ГС	OCT 10462-81				0
🕀 🛅 Детали и арматура трубопроводов 🛛 🔺	🖃 Отображение							^
🗄 🛅 Детали и узлы сосудов и аппаратов	Детализация			Стандартный				
🖶 🛅 Детали крепления трубопроводов	😑 Конструкция и ра	змеры						
🗄 🛅 Детали пневмо- и гидросистем	Диаметр крепе	жной детали		3				
🕂 🛅 Крепежные изделия	🖻 Материалы							No.
🕀 🛅 Болты	Наименование	Y		Без указания ма	териала			
⊕ Бонки	Покрытия							
	Толшина покон	олтио		Нет	1			
⊕ Пайки	Название	Значение	^	Изображение	Модель			
⊕ ☐ Гвозди	Обозначение	Шайба 2.3 ГОСТ 1046:						
⊕ Сужоны	Код изделия	<Код не задан>						
Элеклепки	Внутренний диаметр	3,2			-			
⊡~ 🖬 Шайбы	Число зубьев	6			1.0			
Шайбы и кольца упорные	Разводка зубьев	0,75						
🖻 🔚 Шайбы стопорные	Диаметр по загибу зу	4,1						
Вырубная стопорная ша	Толщина листа	0,4				<		
🐧 Вырубная стопорная ша	Наружный диаметр	7				~		
 Вырубная стопорная ша 	Обозначение стандар	FOCT 10462-81						
🗴 Легкая многолапчатая с	Указатель				1			
О Легкая пружинная шайб	Macca	0,0000756			107			
О Легкая пружинная шайб	Типоразмер	2.3	10000					
О Насечная стопорная ша	Код ОКП	459800						
О Насечная стопорная ша У	Вид изделия	Шайба	~					
				Применит	ь Отме	ена	Спр	авка

Рисунок 5.94. Выбор размера Шайбы

19.8 В списке **Выбор типоразмеров и параметров** выполните двойное нажатие левой кнопки мыши на значении диаметра крепежной детали 6 мм (рисунок 5.95). Кроме размеров можно определять другие параметры изделия: материал шайбы, материал и толщину покрытия.

🛱 Выбор типоразмеров и параметров		\times
², ╤ ∅ ∆? ©		
Диаметр крепежной детали		
*		~
3		^
4		1.0
5	 	
6		
8		
10		
12		
14		
16		
18		
20		
22		

Рисунок 5.95. Окно размеров Шайбы

19.9 В Области свойств выполните двойное нажатие левой кнопки мыши в поле **Наименование** «ветви» *Материалы* (рисунок 5.96).



Рисунок 5.96. Выбор материала Шайбы

19.10 Укажите материал и нажмите **ОК** (рисунок 5.97).



Рисунок 5.97. Выбор материала «Шайбы»

19.11 В окне Библиотеки Стандартные Изделия нажмите кнопку Применить (рисунок 5.98).

🔀 Библиотека Стандартные Изделия			— —	\times
Файл Вид Сервис Справка				
# # 0 b \$ A B		🕜 🗓		
	Ограничительный пе	речень Все размеры		
		Шайба 2.6.БрКМы	13-1 FOCT 10462-81	C
🗈 🛅 Детали и арматура трубопроводов 🛛 🔺	🖻 Конструкция и ра	змеры		^
🗄 🛅 Детали и узлы сосудов и аппаратов		жной детали	6	
🗄 🛅 Детали крепления трубопроводов	🖃 Материалы			
🗄 🛅 Детали пневмо- и гидросистем	Наименование		БрКМц3-1 ГОСТ 18175-78	
🖯 🛅 Крепежные изделия	🖻 Покрытия			
🕀 🛅 Болты	Толщина покры	ытия	Нет	
🕀 🛅 Бонки	Вид покрытия		Без покрытия	
🕀 🛅 Винты				
🕀 🛅 Гайки	Название	Значение	Изображение Модель	
🕀 🛅 Гвозди	Обозначение	Шайба 2.6.БрКМц3-1 I		
🕀 🛅 Гужоны	Код изделия	<Код не задан>		
🕀 🛅 Заклепки	Внутренний диаметр	6,3		
🕂 🛅 Шайбы	Число зубьев	7		
🕀 🛅 Шайбы и кольца упорные	Разводка зубьев	1,1		
😑 🛅 Шайбы стопорные	Диаметр по загибу зу	7,6		
— 🚫 Вырубная стопорная ша	Толщина листа	0,6		
🕂 🖏 Вырубная стопорная ша	Наружный диаметр	12,5		
 5) Вырубная стопорная ша 	Обозначение стандар	FOCT 10462-81		
🖄 Легкая многолапчатая с	Указатель	0^Material:VFD3DC5D8		
🛛 🜔 Легкая пружинная шайб	Macca	0,0003564		
О Легкая пружинная шайб	Типоразмер	2.6.БрКМц3-1		
О Насечная стопорная ша	Код ОКП	459800		
— O Насечная стопорная ша У	Вид изделия	Шайба 🗸 🗸		

Рисунок 5.98. Сохранение параметров шайбы и добавление в сборку

19.12 Укажите плоскую грань *Планки* (1, рисунок 5.99) и цилиндрическую грань отверстия (2, рисунок 5.99).

19.13 Нажмите кнопку Создать объект



Рисунок 5.99. Добавление Шайбы

19.14 Вместе со стандартным изделием в сборку передается и его объект спецификации для автоматического формирования раздела *Стандартные изделия*. В окне **Объект спецификации** нажмите кнопку **ОК** (рисунок 5.100).

06	ъект	г спец	ификации						
φορνιαπ	Зана	Паз.	Обозначение		H	аименование	Кол	Приме- чание	
		7			Шайба 2.6.	БрКМц3-1 ГОСТ 10462-8	1 1		
			ОК	0	тмена	Справка			

Рисунок 5.100. Окно спецификации

После этого шайба будет добавлена в сборку (рисунок 5.101).

19.15 Для размещения второй шайбы укажите те же грани во втором отверстии *Планки* (рисунок 5.102).



Рисунок 5.101. Результат добавления шайбы



Рисунок 5.102. Результат добавления второй шайбы

19.16 Подтвердите создание объекта спецификации нажатием кнопки **ОК** и нажмите кнопку **Прервать команду**.

20. ДОБАВЛЕНИЕ ВИНТОВ

20.1 В Дереве Библиотеки Стандартные Изделия закройте «ветвь» Шайбы.

20.2 Раскройте «ветви» Винты — Винты нормальные.

20.3 Выполните двойное нажатие левой кнопки мыши на элементе Винт ГОСТ 11738-84 (рисунок 5.103).



Рисунок 5.103. Добавление Винта

20.4 В Области свойств выполните двойное нажатие левой кнопки мыши на поле **Конструкция и размеры** (рисунок 5.104).

🛱 Библиотека Стандартные Изделия		– 🗆 X
Файл Вид Сервис Справка		
A A O B S S B		
	Ограничительный перечень Все размеры	
	Винт M3-6gx5 I	FOCT 11738-84
🕀 🛅 Детали и арматура трубопроводов 🔺	🕀 Отображение	×
🗄 🛅 Детали и узлы сосудов и аппаратов	. Детализация	Стандартный
🖶 🛅 Детали крепления трубопроводов	🖻 Конструкция и размеры	
🕀 🛅 Детали пневмо- и гидросистем	Номин диаметр резьбы	3
🖶 🛅 Крепежные изделия	Шаг резьбы	0,5
🕀 🛅 Болты	Длина изделия	5
• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	 Конструкция и размеры + Материалы 	
🖃 🛅 Винты	Сохова проуности	
🕀 🛅 Винты невыпадающие	Название Значение	Изображение Модель
🖃 🛅 Винты нормальные	Обозначение Винт M3-6gx5 ГОСТ 1:	
	Код изделия <Код не задан>	
	Фаска для захода рез 0,5	
	Длина резьбы 5	
- V Винт ГОСТ 1491-80 (A)	Обозначение стандар ГОСТ 11738-84	
	Указатель	
— 🥜 Винт ГОСТ 17473-80 (ис	Macca 0,00072	
Винт ГОСТ 17473-80 (ис	Диаметр головки 5,5	
Винт ГОСТ 17473-80 (ис	Высота головки 3	
Винт ГОСТ 17473-80 (ис	Размер под ключ 2,5	
Винт ГОСТ 17474-80 (ис	Глубина углубления г 1,3	
	Типоразмер M3-6gx5	
Винт ГОСТ 17474-80 (ис	Код ОКП 128400	
Винт ГОСТ 17474-80 (ис ♥	Вид изделия Винт 🗸	
		Применить Отмена Справка

Рисунок 5.104. Выбор конструкции и размера Винта

В окне Выбор типоразмеров и параметров будет отображен список винтов, изготавливаемых по данному стандарту.

20.5 Для быстрого подбора нужного винта раскройте список **Номинальный** диаметр резьбы и укажите значение *d* (в соответствии с индивидуальным вариантом) (рисунок 5.105).

п Вид	д Сервис Справка						
649		61		• ()			
I E			Ограничительнь	ій перечень Все ра	азмеры		
				Вин	нт M3-6g	x5 FOCT 11738-84	
	£		000-6				
Ø	Выбор типоразмеров и парам	летро	ов			— 🗆	\times
2							
) (***)	- ? C? ∆: C?		II				
Hor	мин диаметр резьбы		Шаг резьбы			Длина изделия	
-		1	✓ *		~	*	
*			^ 0,5			5	~
3			0,5			6	
45			0,5			8	
6			0,5			10	
18			0,5			12	
10			0,5			14	
LI2		_	0,5			16	
3			0,5			20	_
3			0,5			25	_
3			0,5			30	-
4			0,7			6	
Bcer	го: 299			·····		19	
						ОК Отмена Справи	a
L		-	Типоразмер	M2-6av5			
	Винт ГОСТ 17474-80 (ис		Kon OKE	138400			
	🐓 Винт ГОСТ 17474-80 (ис		ROD OKIT	120400			
	Винт ГОСТ 17474-80 (ис	~	вид изделия	ВИНТ		V	

Рисунок 5.105. Выбор диаметра Винта

20.6 Затем раскройте список Длина изделия и укажите значение 20 мм (рисунок 5.106).

M O 📙 🖲 🛱 🖥					
	Ограничительны	й перечень Все разм	еры		
		Винт М	43-6gx5 FOCT 11738-84		
n					
🐯 Выбор типоразмеров и парамет	ров			— 🗆	×
2					
Номин диаметр резьбы	Шаг резьбы		Длина изделия		
6	× *		× 1		~
6	1		*		^ ^
6	1		10		
6	1		12		
6	1		16		
6	1		20		
6	1		25		
6	1	/	30		<u> </u>
6	1		35		
6	1		40		
6	1		45		
6	1		50		
Recruit 12	1		cc		•
bce 0. 15			OK OT		
				mena Ch	равка
	Типоразмер	M3-6gx5			
- 9 Винт ГОСТ 17474-80 (ис	Код ОКП	128400			
	Вил излелия	Винт	V		

Рисунок 5.106. Выбор длины Винта

20.7 списке останется единственная строка, отвечающая заданным условиям. Выполните двойное нажатие левой кнопки мыши на нее (рисунок 5.107).

# 0 1 5 5 6		• 0 i				
	Ограничительны	ий перечень Все размеры				
		Винт МЗ-6дх	5 FOCT 11738-84			
				_ П	×	1
					~	
_ m 7 03 4? 09						
Номин диаметр резьбы	Шаг резьбы		Длина изделия			
16	× *	~	20		\sim	
÷) 6	1		20			
Brero: 1						
Bcero: 1		[ОК От	мена Спри	авка	
Всего: 1 Ф Винт ГОСТ 17474-80 (ис	Типоразмер	M3-6gx5	ОК От	мена Спри	авка	
Всего: 1	Типоразмер Код ОКП	M3-6gx5 128400	ОКОт	мена Спри	авка	

Рисунок 5.107. Добавление Винта

20.8 В окне Библиотеки Стандартные Изделия нажмите кнопку Применить. 20.9 Для автоматического наложения сопряжений укажите плоскую грань Шайбы (1, рис. 5.108) и цилиндрическую грань отверстия в Планке (2, рисунок 5.108).



Рисунок 5.108. Выбор поверхностей сопряжения Винта

Посмотрите на фантом винта. Если его ориентация неверна (тело винта направлено наружу), можно задать ее вручную с помощью кнопок группы Направление на Панели свойств.

20.10 Нажмите кнопку Создать объект на Панели специального управления.

20.11 Подтвердите создание объекта спецификации нажатием кнопки ОК (рисунок 5.109).

06	бъект	спец	ификации				
формат	Зана	/703.	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание	
		9		Винт М6-6дх20 ГОСТ 11738-84	1		
			ОКО	плена Справка			



После этого винт будет установлен в отверстие (рисунок 5.110). 20.12 Установите винт во второе отверстие (рисунок 5.111).



Рисунок 5.110. Результат добавления винта



Рисунок 5.111. Результат добавления второго Винта

20.13 Подтвердите создание объекта спецификации нажатием кнопки **ОК** и нажмите кнопку **Прервать команду** .

20.14 Закройте окно Библиотеки Стандартные Изделия нажатием кнопки Отмена.

21. ДОБАВЛЕНИЕ НАБОРА ЭЛЕМЕНТОВ

21.1 Увеличьте правый верхний угол сборки (рисунок 5.112).

21.2 Нажмите правой кнопкой мыши в пустом месте окна модели и выполните из контекстного меню команду **Повторить: Вставить элемент** (рисунок 5.113).



Рисунок 5.112. Отверстие для добавления набора элементов

	१ः• २• ग 🔛 🖬 🖬 © © । २• । वि के
	Повторить: Вставить элемент
	Последние команды
50	Перестроить F5
	Перебор объектов Ctrl+T
\checkmark	<u>Д</u> ерево модели
	Технические требования
\checkmark	Показать значки режимов
	Неуказанная шероховатость
1	<u>С</u> войства модели
	Измерить •
ß.	<u>Н</u> ормально к
ø	Управление сло <u>я</u> ми
2	Изменить сло <u>й</u>
	Тип <u>ы</u> загрузки

Рисунок 5.113. Повтор операции «Вставить элемент»

21.3 Над *Областью навигации* окна **Библиотеки Стандартные Изделия** откройте вкладку **Крепежные соединения**.

21.4 В Дереве библиотеки раскройте «ветвь» Болтовое соединение.

21.5 Выполните двойной щелчок мышью на элементе Болтовое соединение (рисунок 5.114).



Рисунок 5.114. Добавление болтового соединения

21.6 Нажмите кнопку Показать модель над окном предварительного просмотра.

21.7 В Дереве состава соединения, на «ветви» Изделия над скрепляемыми деталями, сделайте текущей строку Легкая пружинная шайба ГОСТ 6402-70 (исп. 1) и нажмите кнопку Удалить на панели инструментов – указанный элемент будет удален из состава соединения. Таким же образом удалите остальные элементы, помеченные на рисунок 5.115 стрелками.

🚱 Библиотека Стандартные Изделия		- 🗆 X
Файл Вид Сервис Справка		
B B B B		Указать опорные объекты Толщина скрепления: 30 √ Диаметр резьбы: 10 ∨ Шаг резьбы: 1.5 ∨ Показать модель
	Необходимые действия: - укажите опорные объекты;	
	Поименить	Отмена Справка

Рисунок 5.115. Выбор набора компонентов

21.8 Нажмите кнопку Указать опорные объекты – система перейдет в режим позиционирования соединения и определения его параметров.

21.9 В окне модели укажите цилиндрическую грани всех отверстий в *Вилке*. Это необходимо для определения диаметра болта (рисунок 5.116).

21.10 Для определения длины болта укажите плоскую грань Вилки (рисунок 5.117).



Рисунок 5.116. Выбор поверхности сопряжения



Рисунок 5.117. Выбор первой поверхности для определения длины болта

21.11 Затем разверните сборку обратной стороной и укажите плоскую грань Кронштейна (рисунок 5.118).

21.12 Позиционирование соединения закончено – нажмите кнопку Создать объект. После этого будут определены параметры болтового соединения для указанных опорных объектов.

21.13 Нажмите кнопку **Применить** в нижней части окна. Болтовое соединение будет добавлено в модель (рисунок 5.119).



Рисунок 5.118. Выбор второй поверхности для определения длины болта



Рисунок 5.119. Результат добавления болтового соединения

21.14 Нажмите на кнопку Отмена закройте окно Библиотеки Стандартные Изделия (рисунок 5.120).



Рисунок 5.120. Результат добавления крепежных элементов

21.15 Чтобы будущий чертеж выглядел аккуратно, *Болт и Гайку* нужно выровнять относительно *Вилки*. Установите ориентацию Справа.

21.16 Нажмите кнопку Параллельность на инструментальной панели Сопряжения . 21.17 Укажите плоскую грань Вилки (1, рисунок 5.121).



Рисунок 5.121. Задание параллельности граней крепежных элементов

21.18 Нажмите кнопку Запомнить состояние на Панели специального управления.

21.19 Укажите плоские грани Болта и Гайки (2, 3 рисунок 5.121).

21.20 Нажмите кнопку **Прервать команду**[™]. **22. ДОБАВЛЕНИЕ МАСЛЕНКИ**

4.1 Разверните модель и увеличьте место установки Масленки.

4.2 Вновь вызовите на экран окно Библиотеки Стандартные Изделия.

4.3 Раскройте «ветви» Подшипники и детали машин иМасленки.

4.4 Укажите элемент *Пресс-масленка ГОСТ 19853-74 тип 1, номер 3-4* и нажмите кнопку **Применить** (рисунок 5.122).



Рисунок 5.122. Добавление Масленки

4.5 Укажите плоскую грань детали Ось (рисунок 5.123).

- 4.6 Укажите коническую грань отверстия (рисунок 5.124).
- 4.7 Нажмите кнопку Создать объект на Панели специального управления.

4.8 Подтвердите создание объекта спецификации нажатием кнопки ОК (рисунок 5.125).



Рисунок 5.123. Выбор сопрягаемой поверхности детали «Ось»



Рисунок 5.125. Выбор сопрягаемой поверхности детали «Ось»



Рисунок 5.125. Результат добавления Масленки

4.9 Нажмите кнопку Прервать команду .
4.10 Щелчком на кнопке Отмена закройте окно Библиотеки Стандартные Изделия.

Практика 6. Упрощение массивных сборочных моделей

Создание упрощенных деталей и сборок – один из шагов по облегчению работы с большими сборками. Процессы по упрощению деталей и упрощению сборок отличаются, поэтому давайте сначала рассмотрим процесс для деталей.

Вероятнее всего, нет необходимости создавать упрощенную версию каждой детали. Цель здесь – сэкономить время, которое тратит компьютер на обработку всех граней и ребер, вероятно, тысяч деталей в сборке и на чертеже. Наибольший выигрыш принесет упрощение сложных деталей, которые используются часто, так как они могут замедлить работу с большими сборками. При работе в среде, где многие пользователи используют единую библиотеку (а сейчас практически все так и работают), усилия, вложенные в упрощение, принесут пользу всем пользователям библиотеки.

Возможно, будет необходимо упростить единичную (не из библиотеки) деталь высокой сложности, которая используется только в одном экземпляре в сборке (например, стрела крана с сотней трубчатых элементов или листовая деталь с массивом из тысяч отверстий).

Упрощенные детали

Примеры геометрии, которые можно удалить или упростить:

- резьба;
- массивы с большим числом элементов;
- выдавленный текст;
- накатка;
- грани с очень малым радиусом (радиусы сгиба);
- большое число скруглений.

Самый простой тип граней – плоская грань. Этот список поможет разобраться, упрощение каких граней принес наибольшую пользу (в порядке возрастания сложности):

- плоские;
- цилиндрические;
- конические или поверхности по направляющим (кривизна только в одном направлении);

- сферические;
- тороидальные;
- спиральные;
- общие NURBS-поверхности (по сечениям, по направляющим с несколькими сечениями, все интерполированные поверхности).

Если для работы не требуется полноценная детализированная трехмерная модель, то ее можно превратить в упрощенную модель с помощью инструментов Inventor. С помощью упрощения можно удалить элементы интеллектуальной собственности из моделей перед передачей их на сторону. Также этот функционал можно использовать для подготовки моделей Inventor к конвертации их в файлы семейств Revit, при этом они будут содержать элементы, обеспечивающие их полноценную работу в Revit.

Создание и редактирование упрощенных видов

Цели упрощения модели:

• Удалить объекты интеллектуальной собственности и обеспечить общий доступ к модели для клиентов без возможности обратного проектирования.

Повысить производительность.

Рассмотрим элементы упрощения на примере сборки регулятора пневматического (рисунок 6.1).



Рисунок 6.1. Регулятор пневматический Упрощение сборочных моделей выполняется во вкладке Упрощение (рисунок 6.2).



Рисунок 6.2. Вкладка упрощение

Команда «Внешний контур» создает из сборки производное твердое тело или составную поверхность (рисунок 6.3).



Рисунок 6.3 Пример упрощения внешнего контура

Внешний контур использует активный вид сборки или представление с уровнем детализации. Компоненты, которые являются невидимыми или подавленными, не включаются в деталь внешнего контура. Например, активируйте видовое представление или представление с уровнем детализации, которое не содержит оборудования или внутренних частей, чтобы сократить объем расчетов

Обновите массовые свойства исходной сборки прежде, чем создать деталь внешнего контура, чтобы скопировать в нее массовые свойства.

1. (Дополнительно) Рассчитайте массовые свойства сборки, чтобы включить их в подстановку.

2. (Дополнительно) Создайте видовое представление или представление с уровнем детализации, которое будет содержать только требуемые компоненты.

3. (Дополнительно) Активируйте представление.



4. На вкладке «Сборка» > панель «Упрощение» выберите Внешний контур

5. В диалоговом окне «Внешний контур» вкладка «Компоненты» становится активной (рисунок 6.4).

I D·D H &· * · 6 %	- 🔒 - 🤤	🛞 Материал 🔹 🔻	🕒 Предст	авлен 👻 🧛 🌘	🖕 fx 🕂 🤋	Ŧ
Файл Сборка Проектирование	3D-модель	Эскиз Аннотации	Проверка	Инструменты	Управле	ние Ви,
		🕒 Свободное перем	ещение	Q.		Показать
		Свободный повор	от	► <u> </u>		Показать
Вставить Создать Внешний контур Г	Тодстановка	D	Co	единение Завис	имость	CKOLITE BO
	осолочки			D-		Скрыть вс
малат Х +	-	т юзиция 👻		DS	аимосвязи	
	Внешн	ий контур)	×
Сборка Моделирование	Компон	енты Элементы Созда	ть			
🇄 Сборка1.iam	Предста	вление				
+ 🛅 Взаимосвязи	Именов	анный вил :				
+ 📴 Представления	, include		U	ычныи		
+ 🛄 Начало	Позици	юнный:	Гл	авный	~	
+ 💕 Kopnyc_1:1	Уровен	њ детализации:	Гл	авный	~	
+ 🗾 Гильза_6:1	Vennut					
+ Прокладка_18:1	здалит	о детали				
+ 🗾 Штуцер_4:1	🗌 Уда	алить детали с учетом раз	мера			
+ Поршень_5:1			N	0.000		$\langle \cdot \rangle$
+ 3олотник_8:1	1 Ma	кс. диагональ граничной	рамки	0.000 MM	>	18
+ Тарелка_9:1						1)_
+ Прокладка_20:1	Включи	ть компоненты				
+ Пробка_11:1		Выбрать для исключения	R			
Kopnyc:1	~					
	Вид		Выбо	p		
	9	Включенный (31)	Дет	али		
				l 🗄 🗟		
	E E	Исключенный (0)				
+ Прокладка 123:1						
+ UTYUED 16:1						\neg
+ ПКолпачек_14:1	2		Просмотр	ОК	Отмена	
+ Прокладка 22:1	_			3111		
+ Прокладка_23:1						
			1 TOTAL			

Рисунок 6.4. Команда Внешний вид

6. В разделе **Представление** выберите именованный вид, положение и уровень детализации, которые необходимо использовать. Если требуется, чтобы компонент внешнего контура оставался ассоциативным в используемом именованном виде, установите флажок.

Прим.: Представления можно изменять в процессе создания, а затем отображать обновления для выбранного представления. Предварительный просмотр изменений, внесенных в представление, происходит в реальном времени. Таким образом содержимое модели меняется для каждого представления. При нажатии кнопки «Отмена» изменения не будут отменены. Необходимо указать нужное представление перед закрытием диалогового окна.

7. Если требуется удалить детали в зависимости от их размера, в разделе Удалить детали установите флажок Удалить детали с учетом размера и укажите расстояние для диагонали ограничивающей рамки компонента, которое следует использовать в качестве критериев фильтрации. Детали, размеры которых меньше указанных значений или равны им, удаляются.

Прим.: При вводе значения сцена обновляется автоматически.

8. В разделе **Включить компоненты** нажмите кнопку Выбрать для исключения и в графической области выберите компоненты, которые не следует включать в деталь внешнего контура.

По умолчанию активным режимом отображения является 🖽 Просмотреть

включенные. Отображаются все компоненты, включенные в новую деталь. Выберите Просмотреть исключенные, чтобы увидеть детали, которые выбраны пользователем для исключения. Используйте переключатель отображения, чтобы упростить процесс выбора.

• Используйте приоритет **Выбор** для выбора параметра 🤐 «Детали» (по умолчанию) или 🎰 «Компоненты» (детали или сборки).

• Установите флажок 🗹 **Все вхождения**, если требуется выбрать все вхождения детали.

Прим.: При переключении между режимами «Просмотреть включенные» и «Просмотреть исключенные» для отображения контекста обновляются метки диалогового окна. Кроме того, в соответствии с условным состоянием обновляется изображение.

9. Щелкните вкладку «Элементы» для доступа к параметрам удаления элементов, состоящих из твердых тел, что помогает упростить результат.

10. В разделе Удалить элементы укажите типы элементов (отверстия, пазы, сопряжения или фаски), которые требуется удалить из детали внешнего контура. Для каждого типа элементов можно выбрать следующие значения.

- 🛄 Нет типы элементов не будут удалены.
- 🔜 Все все типы элементов будут удалены.

• Удалить диапазон — удаление всех типов элементов с заданным диапазоном. Удаляются элементы, входящие в указанный диапазон. Значение можно изменять в процессе создания и редактирования, осуществлять повторное обнаружение элементов и изменять результат.

	10.000 in	1
--	-----------	---

Используйте инструмент «Выбор», чтобы выбрать

элемент. При этом произойдет вычисление элемента и извлечение максимального введенного значения. Будут выбраны все подобные элементы, значение которых ниже или равно максимальному значению. Выберите удалить отверстия, удалить полости, удалить фаски.

11. Щелкните Обнаружить элементы, чтобы выделить все типы элементов, соответствующие критериям (рисунок 6.5).



Рисунок 6.5. Упрощение внешнего контура

12. Щелкните **Сохранить** элементы и щелкните выделенные элементы, чтобы предотвратить их удаление. Необходимо обновить выбор при нажатии кнопки «Сохранить элементы». При добавлении компонентов их элементы не выбираются автоматически.

13. Нажмите вкладку «Создать».

14. Укажите имя детали, если оно отличается от значения по умолчанию, тип шаблона, расположение файла и структуру спецификации, которые необходимо использовать.

15. В области Стиль выберите один из следующих параметров.

• Выберите ^С"Одно твердое тело, поглощающее стыки между плоскими гранями", чтобы создать твердое тело без видимых границ между плоскими гранями.

• Выберите параметр **Гвердое тело сохраняет стыки между плоскими гранями**, чтобы создать единое твердое тело с видимыми границами между плоскими гранями.

Для создания детали, состоящей из нескольких тел и содержащей

уникальное тело для каждой детали сборки, установите флажок Сохранять каждый твердый элемент как твердое тело.

• Выберите Один составной элемент, чтобы создать составную поверхность.

16. В диалоговом окне Другие параметры задайте следующие параметры.

• Разорвать связь, если требуется полностью отключить обновления и

удалить ассоциативную связь между родительской сборкой и деталью внешнего контура. • Переименовать компоненты, чтобы заменить имена или номера деталей на типовые значения, такие как «Деталь1» или «Пов.1».

• Чтобы связать цвет из базового компонента с целевой деталью, установите флажок **Переопределять цвета по исходному компоненту**. Если этот флажок снят, представление модели по умолчанию устанавливается по целевой детали.

• Создать независимые тела при ошибочном логическом значении, чтобы при ошибке логической операции с одним из параметров стиля отдельного твердого тела создавать мультидеталь.

Прим.: При удалении небольших граней можно создавать зазоры. При наличии зазоров формируется неоднородное тело.

• Выберите Заполнить все внутренние пустоты, чтобы заполнить все внутренние полые оболочки в твердотельной детали внешнего контура.

• Флажок Удалить внутренние детали установлен по умолчанию. Inventor анализирует модель в 14 стандартных направлениях (шесть ортогональных и восемь изометрических) для определения состояния видимости деталей. Детали, которые считаются невидимыми, удаляются (рисунок 6.6).



Рисунок 6.6. Упрощение внешнего контура

17. Нажмите кнопку "ОК", чтобы завершить выполнение команды и создать подстановку. Если массовые свойства являются актуальными, и активный уровень детализации не является главным уровнем детализации, то будет выдан запрос на копирование массовых свойств главного или активного уровня детализации (рисунок 6.7).



Рисунок 6.7. Результат упрощения Индикатор хода выполнения отображает статус в правом нижнем углу окна приложения. Деталь внешнего контура откроется в новом окне.

Упрощение деталей.

Процедура

1. Откройте файл сборки (.iam). На вкладке Сборка выберите панель **Упрощение**.

2. Щелкните Упростить вид и укажите компоненты, включенные в упрощенную версию.

3. Используйте команду Определить оболочки для замены сложной геометрии.

4. Когда все будет готово, объедините компоненты в одну упрощенную деталь с помощью команды Создать упрощенную деталь.

Создание и редактирование упрощенных видов

С помощью функции Упростить вид можно создавать упрощенное видовое представление. При необходимости можно редактировать включенные компоненты, чтобы настроить выбранные детали.

1. Файл сборки (IAM): выберите на ленте вкладку «Сборка» панель » «Упрощение» > «Упростить вид».



2. Задайте приоритет выбора:

"Выбрать приоритет компонентов" позволяет выбрать сборки либо детали

"Выбрать приоритет деталей" ограничивает выбор до одного компонента детали.

"Выбрать родительский приоритет" ограничивает выбор до одного родительского компонента. Щелкните стрелку раскрывающегося меню, чтобы сделать выбор.

Прим.: Выбрать родительские элементы: доступно из контекстного меню после выбора родительского набора объектов в первый раз. Щелкните правой кнопкой мыши соответствующий узел в обозревателе и выберите "Выбрать родительские элементы". Щелкните стрелку в ниспадающем меню и сделайте выбор.



Прим.: Параметр "Выбрать все вхождения" позволяет выбрать все вхождения компонентов одновременно.

📆 Выбрать для включения 3 Выберите компоненты, которые будут включены в упрощенную модель. Видимость выбранного компонента временно затенена, что облегчает дальнейший выбор других компонентов.



для

4. Используйте параметры просмотра

5. Для завершения нажмите 🗹.

просмотра всех компонентов, только включенных компонентов либо только исключенных компонентов. Если в режиме просмотра включенных компонентов щелкнуть мышью компонент, он перемещается в список исключенных компонентов. Режим просмотра исключенных компонентов предусматривает противоположное поведение.



Рисунок 6.9. Выбор компонентов

Редактирование видового представления

Чтобы изменить видовое представление,

1. Выберите на ленте вкладку «Сборка» панель » «Упрощение» »

«Редактировать вид».

2. Редактирование вида начинается в состоянии «Просмотреть исключенные».

Выберите компоненты для включения в видовое представление.

3. Задайте параметр просмотра «Просмотреть включенные» и выберите компоненты, которые требуется исключить из видового представления.

Кроме того, можно щелкнуть правой кнопкой мыши видовое представление в обозревателе модели и выбрать Редактировать вид (рисунок 6.10).

📕 🗅 • 🗁 📙 <	\$•\$• ₲ ₺		🛞 Материал 🦷	🛚 🚱 Предст	павлен 👻 保 🍕	fx 🕇	Ŧ
Файл Сборка	Проектирование	3D-модель 3	скиз Аннотации	Проверка	Инструменты	Управле	ние Е
Бставить Создать	П Внешний контур Г	ССС С Подстановка оболочки	Свободное перем Свободный повор Свободный повор	иещение рот Со	единение Зависим	иость сір	Показат Показат Скрыть
Компонент 💌	J.		Позиция 🔻		Взаи	мосвязи	•
Модель × + <u>Сборка</u> Моделиров Сборка1.iam + Взаимосвязи - Га-Вид: Упрощен - Га-Вид: - Га-Вид:	Упростить вид Упростить в Редактирова нный вид 1 енный вид 1 представление ализации : Главный	ид аль					

Рисунок 6.10. Редактирование вида

Определение оболочек (в сборке)



С помощью параметра Определить оболочки можно уменьшить геометрическую сложность компонентов сборки или заменить объект интеллектуальной собственности простыми формами.

1. На ленте разверните панель Упрощение и щелкните Определить оболочки(рисунок 6.11).



Рисунок 6.11. Команда Определить оболочки

2. С помощью мини-панели инструментов в активном окне, вписанном в экран, укажите, каким образом требуется создать оболочку:

a.

"Выбрать простую форму" — выбор на основе ограничивающей рамки или ограничивающего цилиндра.



Задайте приоритет выбора для параметра "Выбрать компоненты", "Выбрать детали" или "Выбрать родительские элементы".

- "Выбрать приоритет компонентов" позволяет выбрать сборки либо детали
- "Выбрать приоритет деталей" ограничивает выбор до одного компонента детали.
- "Выбрать родительский приоритет" ограничивает выбор до одного родительского компонента. Щелкните стрелку раскрывающегося меню, чтобы сделать выбор.

Прим.: Выбрать родительские элементы: доступно из контекстного меню после выбора родительского набора объектов в первый раз. Щелкните правой кнопкой мыши соответствующий узел в обозревателе и выберите "Выбрать родительские элементы". Щелкните стрелку в ниспадающем меню и сделайте выбор.



• Параметр "Выбрать все вхождения" позволяет выбрать все вхождения компонентов одновременно.

- Выберите один из параметров "Показать оригинал" или "Скрыть оригинал".
- с. На отображении выберите деталь или сборку, которую требуется заменить.
- d. При необходимости измените материал, применяемый к выбранному элементу геометрии.
- е. Используйте упрощенные ручки формы, чтобы изменить размер упрощенного объекта.
- f. Нажмите **H**, чтобы применить изменения и продолжить определение оболочек.
- g. Для завершения задачи определения оболочек нажмите 🗹 (рисунок 6.12).



3. Рисунок 6.12. Результаты упрощения

Упрощенные оболочки заполнят обозреватель. Если требуется переопределить оболочку, сначала удалите ее (с помощью контекстного меню или клавиши DELETE), а затем определите новую оболочку.

Прим.: Для просмотра исходной сборки без оболочки в обозревателе выберите узел "Конец элемента" и поместите его над узлом "Оболочка", после чего в контекстном меню выберите **"Показать оригинал"** для оболочки.

Комбинирование компонентов в упрощенную деталь

Выберите «Создать упрощенную деталь», чтобы создать простую деталь (.ipt). Все включенные компоненты будут скомбинированы в простую деталь.

1. В файле сборки (.iam): выберите на ленте вкладку Сборка, разверните панель Упрощение и выберите Создать упрощенную деталь(рисунок 6.13).



Рисунок 6.13. Создание упрощенной детали

2. 🗗 🗗 🖉 Задайте стиль комбинирования

Модно выбрать следующие варианты:

- Одно твердое тело со швами между объединенными плоскими гранями.
- Одно твердое тело со швами между сохраненными плоскими гранями.
- Сохранять каждое тело как отдельное тело.

3. Укажите имя файла, шаблон файла и местоположение, в котором файл будет сохранен (рисунок 6.14).



Рисунок 6.14. Создание упрощенной детали
4. Нажмите "ОК".

Новый файл будет сохранен и открыт для просмотра или редактирования. **Прим.:** Скрытые компоненты не включаются в деталь.

Контрольные вопросы.

- 21. Основные виды привязок в системах САПР.
- 22. Схема создания твердотельной модели.
- 23. Способы формирования объемных базовых тел.
- 24. Дерево модели, её назначение.
- 25. Эскиз, определение и назначение. Создание эскизов.
- 26. Создание тел. Операция «Выдавливание».
- 27. Создание тел. Операция «Вращение».
- 28. Создание тел. Операция «Кинематическая».
- 29. Создание тел. Операция «По сечениям».
- 30. Способы создания геометрического массива элементов на детали.
- 31. Способы задания сопряжений при создании сборочной единицы.
- 32. Создание сборочной единицы при проектировании «сверху-вниз» и «снизувверх».
- 33. Способы создания оболочек сборочных моделей.
- 34. Способы упрощения массивных сборок.
- 35. Назначение параметризации моделей.
- 36. Отличие построения поверхностей по сети кривых и сети точек.
- 37. Способы сопряжения деталей в сборочной модели.
- 38. Сопряжение деталей методом совмещения и методом качания.
- 39. Способы создания резьбовых отверстий в моделях.
- 40. Библиотеки конструктивных элементов.

Модуль 2

Моделирование выработок и горного оборудования Лекция 1. Общие сведения о типах и формах подземных горных выработок и применяемого оборудования

1. Горные выработки и их изображение

При строительстве и эксплуатации горных предприятий для изображения горных выработок руководствуются следующими нормативными документами: Строительные нормы и правила СНиП, Нормы проектирования. Часть II. Подземные горные выработки, а также справочниками по креплению горных выработок и типовыми сечениями горных выработок.

Горные выработки – пустоты, образованные в угле или породе в результате горных работ. Они предназначены для транспортирования полезного ископаемого, материалов и оборудования, для вентиляции и водоотлива, для передвижения людей, для установки машин и механизмов, для размещения складов, для добычи полезного ископаемого и пр. Начало горной выработки называется *устьем*, а конец её – *забоем*. По своему положению в пространстве горные выработки подразделяются на *горизонтальные, вертикальные и наклонные*.

1.1 Горизонтальные выработки

Горизонтальные выработки имеют наклон не более 3° с целью обеспечения самотека воды(рисунок 1.1).

Штольня- горизонтальная горная выработка, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и предназначенная для разведки или вскрытия месторождения полезного ископаемого.

Тоннель- выработка, имеющая выход на поверхность с двух концов. Это сквозная выработка, служащая для транспортных целей.

Квершлаг– горизонтальная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, проводимая вкрест простирания горных пород.



Рисунок 1.1. Горизонтальные горные выработки:

1 – вертикальный ствол; 2 – восстающий; 3 – шурф; 4 – штольня; 5 – квершлаг,
 6 – полевой штрек; 7 – рудный штрек; 8 – орт; 9 – околоствольный двор;
 10 – слепой вертикальный ствол: 11 – слепой наклонный ствол

Штрек– горизонтальная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, проводимая по простиранию горных пород при наклонном залегании, а при горизонтальном – в любом направлении.

Штреки бывают главные, откаточные, вентиляционные, промежуточные, конвейерные и пр. Штреки, проведенные по пустым породам, называются полевыми.

Просек– горизонтальная горная выработка, проводимая параллельно штреку обычно без подрывки боковых пород, предназначенная для осуществления нарезных работ или проветривания штреков в период их проходки.

Орт– горизонтальная горная выработка, проводимая в мощных пластах или рудных залежах в пределах их горизонтальной мощности.

Сбойка– горизонтальная выработка, проводимая между расположенными радом наклонными выработками. Форма поперечного сечения горизонтальных выработок может быть различной – прямоугольной, трапециевидной, косоугольной, сводчатой, круглой и пр.

Камерами называют горные выработки, имеющие значительные размеры поперечного сечения, но сравнительно небольшую длину, и предназначенные для установки в них машин, электрооборудования и других целей. В зависимости от назначения, камеры имеют свои наименования, обычно их устраивают в околоствольном дворе.

Околоствольным двором называют совокупность горных выработок, находящихся вблизи шахтных стволов и соединенных с ними, предназначенных для транспортных и других операций, обеспечивающих бесперебойную работу шахты. В околоствольные дворы с поверхности по стволам поступают порожние вагонетки, материалы для крепления горных выработок и оборудование, а по горизонтальным горным выработкам прибывают составы вагонеток с углем и породой для выдачи их на поверхность. В околоствольном дворе находятся камеры: электроподстанции, насосной, электровозного

депо, противопожарных материалов (аварийный склад), медпункта, диспетчера, ожидания и др.

1.2 Наклонные горные выработки, их назначение

Наклонные горные выработки– Подземная выработка, пройденная в толще полезного ископаемого или по породе под некоторым углом к горизонту. (рисунок 2).

Наклонный ствол – выработка, имеющая выход на поверхность. Предназначен для подъема полезного ископаемого на поверхность, вентиляции, водоотлива, подвода электро – и пневмоэнергии, доставки оборудования, передвижения людей.

Бремсберг – выработка, не имеющая выхода на поверхность, пройденная по падению или по восстанию пласта служащая для транспортировки полезного ископаемого сверху вниз, вентиляции, подвода электроэнергии, воды, передвижения людей, доставки оборудования.

Уклон – выработка, не имеющая выхода на поверхность, пройденная по падению или по восстанию пласта, служащая для транспортировки полезного ископаемого снизу вверх, вентиляции, подвода электроэнергии, воды, передвижения люде и доставки оборудования.

Ходок – выработка, не имеющая выхода на поверхность, пройденная параллельно бремсбергу (уклону) на расстоянии 20 –40 м служит для передвижения людей, доставки материалов и оборудования, вентиляции и других целей.

Скат – выработка, не имеющая выхода на поверхность, пройдена по падению пласта, служит для спуска полезного ископаемого сверху вниз под действием собственного веса самотеком (30 – 350 м и более).

Печь – выработка, не имеющая выхода на поверхность, проводимая по пласту, предназначена для монтажа очистного оборудования, проветривания, передвижения людей и грузов, подвода электро – и пневмоэнергии. Печь, предназначенная для монтажа очистного оборудования, называется разрезной.



Рисунок 1.2. Наклонные горные выработки

1 –уклон; 2 –ходок при уклоне; 3 –очистной забой; 4 – ходок при бремсберге; 5 – бремсберг; 6 – сбойки; 7 – угольный пласт; 8 –наклонный ствол;

1.3 Вертикальные горные выработки, их назначение (рис. 3)

Вертикальная горнаявыработка – подземная выработка, пройденная по вертикали в толще полезного ископаемого или по породе.

Ствол (3)— выработка, имеющая непосредственный выход на поверхность и предназначенная для обслуживания подземных работ. В зависимости от назначения, стволы бывают главными, вспомогательные, вентиляционные, воздухоподающие.

Главный ствол – служит для подъема полезного ископаемого на поверхность и других целей.

Вспомогательный – для спуска и подъема людей, материалов, оборудования, выдачи породы, подвода электроэнергии, сжатого воздуха, воды.

Вентиляционный – для подачи в шахту свежего или отвода из шахты загрязненного воздуха, выработка небольшой глубины. Ствол оборудуют механизированным подъемом.

Шурф (4) – выработка, имеющая выход на поверхность. Служит для вентиляции и других вспомогательных целей. Шурфы используют как запасные выходы.

Гезенк (2) – выработка, не имеющая выхода на поверхность. Служит для спуска угля из вышележащих выработок под действием собственного веса, передвижения людей, вентиляции, подвода электроэнергии и др.

Слепой ствол (1) – выработка, не имеющая выхода на поверхность. Предназначена для подъема угля, вентиляции, спуска –подъема людей, оборудования, подвода электроэнергии, воды и др.

Скважина (5) – выработка диаметром более 75мм и длиной более 5 м, пройденная путем выбуривания горных пород. Скважины бывают вентиляционными, лесоспускными, доставочными и др. Такие скважины бурят как с поверхности, так и из горных выработок.

Шпур– выработка, пройденная путем выбуривания горных пород, диаметром менее 75мм или длиной менее 5 м.



Рисунок1.3. Вертикальные горные выработки

1.4 Околоствольный двор

Околоствольный двор – совокупность образующих его горных выработок (по назначению и конструкции составляющих особую, специальную группу), которые служат для соединения шахтного ствола (стволов) со всеми остальными выработками, а также размещения важных производственных служб (электроподстанции, гаража, водоотлива и др.).

Основная функция околоствольного двора – обеспечить бесперебойную работу подъёма и очистных выработок. Это – подземная станция, где осуществляются перевалочные процессы со всеми грузопотоками, и происходит спуск – подъём людей.

Околоствольные дворы различают по типу подъёмных сосудов (клетевые и скипо – клетевые), количеству въездов (односторонние и двусторонние), расположению выработок (прямолинейные, круговые и тупиковые), числу рельсовых путей в одной

выработке (одно –, двух – и многопутевые), по характеру движения составов (кольцевые, челноковые или смешанные).

1.5 Формы поперечного сечения горных выработок

Форма поперечного пересечения горизонтальных выработок устанавливается в соответствии с физико –механическими свойствами пород и состояния пород, по которым они проводятся, величины и направления горного давления, срока службы и принятой конструкции крепи.

Формы поперечного сечения подземных горных выработок (рисунок1.4).

1. Прямоугольная (рисунок1.4, а),

2. Трапециевидная (рисунок1.4, б).

3. Полигональная (рисунок1.4, в)

4.Сводчатая (коробовый) и полуциркульный с прямолинейными или криволинейными стенами (рисунок1.4, г).

5. Арочная (рисунок1.4, д).

6. Круглая (рисунок1.4, е).

7. Эллипсоидная (рисунок1.4, ж, з).



Рисунок1.4. Формы поперечного сечения горных выработок

1.6 Типы сопряжений горных выработок

Под сопряжениемгорных выработок понимается область взаимного влияния двух или большего числа пересекающихся (соединяющихся) выработок (рисунок 1.5, 1.6).

Известно большое число сопряжений горных выработок, отличающихся своим назначением, видом крепи, сроком службы. Выбор конструкции и материала крепи, сечения сопряжений зависят от геологических, горнотехнических и технико – экономических факторов, к числу которых относятся: физико –механические свойства горных пород (крепость, трещиноватость, слоистость, ползучесть и т.д.).

Различают сопряжения вскрывающих выработок и подготовительных горных выработк

К *вскрывающим* относятся капитальные выработки, служащие для вскрытия шахтного поля или горизонта (вертикальные или наклонные стволы, околоствольные дворы, штольни, вентиляционные шурфы, гезенки и т. д.). Сопряжения вскрывающих выработок крепят в основном монолитным бетоном, набрызгбетоном, комбинированной крепью (сочетание набрызгбетонной или монолитной бетонной с анкерной или металлической жесткой крепью). В отдельных случаях используется металлическая арочная крепь. Крепь сопряжений выработок околоствольных дворов возводят, как правило, из монолитного бетона.

К *подготовительным* относят горные выработки, проведенные во вскрытом шахтном поле, последовательно разделенных на крылья, бремсберговые и уклонные поля, панели, этажи, подэтажи, выемочные поля или ярусы; все штреки (главные, этажные панельные, ярусные, подэтажные, промежуточные, сборные бортовые, слоевые, параллельные) бремсберги, уклоны, скаты. В свою очередь к подготовительным выработкам относятся выработки, проводимые в процессе подготовки шахтного поля к

очистной выемке: панельные и участковые бремсберги и уклоны, участковые штреки, участковые квершлаги, гезенки, скаты и т. д.

Деление сопряжений горных выработок на типы принципиально важно, так как оно связано с различиями в величинах горного давления, конструкции и материале крепи, в технологии и организации их строительства. Все сопряжения по видам сопрягающихся горных выработок можно разделить на следующие основные группы:

1.Узлы сопряжений горизонтальных и наклонных (до 18°) капитальных горных выработок.

2.Сопряжения выработок с вертикальным стволом с горизонтальными и наклонными выработками околоствольных дворов, бункерами загрузочных устройств, вентиляционными сбойками и др.;

3. Сопряжения наклонных (более 18°) горных выработок между собой; к этой группе следует отнести также сопряжения камеры привода конвейера с бункером, сопряжения вентиляционного канала с наклонным стволом, пересечения выработок гидроподъема и др.;

Чаще других встречаются следующие типы сопряжений: прямоугольные и остроугольные пересечения, ответвления прямоугольные, остроугольные и по радиусу, разветвления под углом и по кривым, треугольный узел, прямоугольные, остроугольные и тупоугольные примыкания.

Более 90% сопряжений составляют четыре вида: ответвление по кривой (рисунок 1.6, д), соединение двух выработок в одну под углом (рисунок 1.6, е), разветвления по кривым (рисунок 1.6, ж) и треугольный узел (рисунок 1.6, К).

На геометрические размеры сопряжений решающее влияние оказывают габариты транспортных средств, ширина свободных проходов и ответвляющейся выработки.

В зависимости от формы сечения сопрягающихся выработок различают сопряжения с плоской формой перекрытия, сводчатой и сложной формы.



Рисунок1.5. Сопряжение ствола с выработками околоствольного двора



Рисунок1.6. Типы сопряжений горизонтальных и наклонных горных выработок

2. Применяемые горные машины и оборудование

Известны механический, буровзрывной, гидравлический (струями воды под высоким давлением), термофизический (воздействие на массив тепловой энергией газовой струи, электротока, луча лазера и др.), химический (воздействие на массив химическими элементами) и другие способы разрушения углей и пород, в т. ч. комбинированные (гидромеханический, термомеханический и т.д.). В настоящее время в горной распространение промышленности доминирующее получили разные варианты механического способа разрушения (на основе резания, раздавливания массива, разрушения его ударом, комбинацией указанных вариантов) и буровзрывной способ, когда разрушение осуществляется путем взрывания зарядов взрывчатых веществ, закладываемых в предварительно пробуренные механическим способом шпуры и скважины.

Горные машины предназначены для отбойки полезных ископаемых или горных пород, их погрузки, транспортирования, крепления выработанного пространства и закладки, а также для проходки горных выработок.

Горная машина выполняет одну или несколько операций. В соответствии с этим различают простые машины и комбинированные (комбайны).

С учетом изложенного основные горные машины можно классифицировать следующим образом:

1. Выемочные машины, предназначенные для отделения угля и породы от массива и погрузки (в отдельных случаях и доставки) горной массы на соответствующие автономные транспортные средства. Выемочные машины относятся к наиболее распространенному классу горных машин. Этот класс включает: очистные комбайны (рисунок 1.7, а), струговые установки (рисунок 1.7, б), проходческие комбайны (рисунок 1.7, в). Кроме того, к классу выемочных машин относится и другое, значительно менее распространенное оборудование: скрепероструговые установки, бурильные машины для безлюдной выемки угля, врубовые машины и др. При рассмотрении ряда вопросов, одновременно относящихся к очистным и проходческим комбайнам, эти машины будем называть выемочными комбайнами.





a)

б)



в) Рисунок 1.7. Типы выемочных машин

2. Механизированные крепи очистных выработок, служащие для поддержания пород кровли, управления состоянием вмещающих пород, защиты рабочего пространства от продуктов обрушения, передвижки забойного конвейера или базовой балки и самопередвижки (рисунок 1.8).



Рисунок 1.8. Механизированные крепи

3. Бурильные машины, предназначенные для производства шпуров (цилиндрические полости диаметром до 75 мм и длиной до 5 м включительно) и скважин (диаметр или длина соответственно более 75 мм и 5 м) различного назначения (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9. Бурильная машина

4. Погрузочные и буропогрузочные машины. Первые осуществляют погрузку отбитой буровзрывным способом горной массы на транспортные средства, а вторые, кроме этой функции, обеспечивают также бурение шпуров для взрывчатых веществ (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10. Буропогрузочная машина

5. Вспомогательное оборудование разных видов (дробильные и закладочные машины, отбойные молотки и др.) (рисунок 1.11).



Рисунок 1.11. Дробилка конусная (разрез)

6. Транспортные машины. Машины, обеспечивающие транспортировку горной массы, полезного ископаемого, материалов, людей (ленточные и скребковые конвейеры, электровозы и др.) (рисунок 1.12).



Рисунок 1.12. Электровоз шахтный

При соответствующем объединении вышеуказанных машин для совместной работы на основе наложения на них необходимых технологических, кинематических и

конструктивных связей формируется оборудование более высокого уровня в виде комплексов и агрегатов.

Технологические связи осуществляются согласованием основных параметров машин для совместной реализации технологических процессов. Кинематические связи обеспечивают кинематические взаимодействия основных функциональных машин. Конструктивные связи характеризуются конструктивным совмещением базовых элементов технологически и кинематически увязанных машин, выполняющих основные технологические функции.

Для выемочных комплексов характерны технологические и кинематические связи, а для агрегатов – все три вида связей.

В состав очистного комплекса в общем случае входят выемочная машина в виде очистного комбайна или струговой установки, механизированная крепь, забойный скребковый конвейер (при струговой выемке он входит в состав струговой установки) и вспомогательное оборудование.

Очистной агрегат для наиболее распространенных технических решений в общем случае представляет систему, включающую взаимосвязанные между собой выемочно – транспортирующую машину, механизированную крепь, механизм связи между этими объектами, а также вспомогательное оборудование.

Очистные комплексы и агрегаты предназначены для выполнения совокупности функций, отнесенных к основному оборудованию, входящему в их состав.

В состав комплекса проходческого оборудования входят проходческий комбайн и средства возведения крепи (наиболее перспективный вариант) или буропогрузочная машина (либо бурильная и погрузочная машины) и средства возведения крепи. Кроме того, эти комплексы включают необходимое вспомогательное оборудование.

Комплексы проходческого оборудования предназначены для отделения породы и угля от массива, погрузки и доставки горной массы на соответствующие автономные транспортные средства, возведения временной и постоянной крепи и выполнения других вспомогательных работ.

Практика 1. Моделирование выработок шахт и рудников

На этом этапе вначале необходимо создать новый документ типа Деталь, как показано выше. На панели Новый документ активизировать команду Деталь и нажать кнопку ОК. На экране появятся: интерфейс для работы в системе Компас 3D с трёхмерной моделью детали, называемой здесь просто Деталью и поле для изображения. Выбрать ориентацию объекта Изометрия ХҮΖ. Сохранить этот документ под именем, например, «Горизонт 11».

Создание трёхмерной модели горизонта выполняют следующим образом. Открыть документ типа **Фрагмент**, например, Горизонт 11, который выполнен в масштабе 1:1. Выделить и скопировать этот документ в файл документа типа **Деталь** с тем же именем (см. раздел создание чертежа рудника). При этом в дереве модели выбрать горизонтальную плоскость проекций и активизировать на **Панели текущего состояния** команду **Эскиз**. Выполнить вставку, активизировав на **Стандартной панели** команд команду **Вставить.** На запрос в строке сообщений Укажите положение базовой точки. Выставить курсор в середину квадрата (плоскость проекций «Z, X») и нажать на левую клавишу мыши. Затем на панели команд **Вид** активизировать команду **Показать всё**, нажать правую клавишу мыши и во вставке на позиции **Прервать команду** нажать левую клавишу мыши. На поле чертежа появится в виде эскиза полный контур изображения «Горизонта 11». После этого погасить команду **Эскиз**. Изображение вернется к масштабу 1:1.

Для преобразования плоского изображения горизонта в трёхмерное, следует вновь уменьшить до размеров экрана, для чего выполнить команду **Показать всё.** Эскиз будет выполнен в зелёном цвете и в плоском изображении. Далее, на **Инструментальной** панели активизировать команду Операция выдавливания (рисунок 1.1), а на панели Свойств задать параметры этой операции: Прямое направление, На расстояние – 15000, Уклон внутрь. Угол – 9,5.



Рисунок 1.1. Операция Выдавливание

Нажать правую клавишу и во вставке выбрать команду **Создать операцию.** На экране будет выполнен фрагмент Горизонта 11 в трёхмерном изображении (рисунок 1.2). Однако на этом изображении, вертикальная выработка Рсп.1 не выполнена. Её необходимо выполнить на данном этапе моделирования. Для этого в дереве модели выбрать горизонтальную плоскость проекций «Z X» и активизировать команду Эскиз на панели **Текущего со стояния;** выполнить команду **Показать всё** и в эскиз внести выработку Рсп.1 (рисунок 1.3), закрыть команду **Эскиз.** Далее следует на **Инструментальной панели** повторно активизировать команду **Операция выдавливание,** а на **Панели свойств** задать параметры этой операции. Два направления; Расстояние 1 – 100 000; Расстояние 2 – 1000000; Тонкая стенка – Нет, Угол уклона в обоих направлениях – 0. После нажатия правой клавиши мыши и выбора во вставке команды **Создать операцию** на экране зафиксируется полная трёхмерная модель Горизонта 11. (см. рисунок 1.4)... Всё, что было исполнено с "деталью" **Горизонт 11,** нужно проделать в нашем случае с "деталью" **Горизонт 13,** план которого представлен на рис.3., а его 3D модель на рисунок 1.5.



Рисунок 1.2. Фрагмент горизонта 11



Рисунок 1.4. Полная модель 3D горизонта 11



Рисунок 1.3. Эскиз горизонта 11 с рудоспуском



Рисунок 1.5. Полная модель 3D горизонта 13

Создание документа типа «Сборка» и выполнение трёхмерной модели фрагмента рудника

Трёхмерная модель фрагмента рудника следует выполнить в документе типа "Сборка". Для этого необходимо создать новый документ, который выполняется аналогично документу типа «Деталь». На Стандартной панели нажать кнопку Создать, выбрать в диалоговом окне Новый документ, активизировать значок Сборка и нажать ОК. На экране появится окно нового документа типа "Сборка", в левой части которого находится Компактная панель и дерево модели, а в его центре — начало координат и изображение стандартных плоскостей проекций. Далее необходимо в дереве модели вместо названия документа Сборка напечатать название –Фрагмент рудника и сохранить его в папке Мои документы в файле с этим же названием. Выполнение общей трёхмерной модели всех горизонтов

Для выполнения трёхмерной модели всех горизонтов необходимо на панели Вид выбрать Ориентация XYZ. На компактной панели следует нажать кнопку Добавить из файла (рисунок 1.6). Откроется панель Выберите модель. После нажатия кнопки Из файла откроется папка Мои документы. В ней следует выбрать файл Горизонт 11 и нажать кнопку Открыть.



Рисунок 1.6. Компактная панель Редактирования сборки

На панели Вид активизировать команду Показать всё. В открытом документе появится фантом Горизонта 11 (рисунок 1.7). Установить его в средине рабочего поля чертежа, для чего навести курсор на фантом, нажать левую клавишу мыши и, не отпуская её, переместить фантом изображения в нужное место. Отпустить и вновь нажать левую клавишу мыши. Изображение Горизонт 11 будет зафиксировано и на поле чертежа (рисунок 1.8, тёмное изображение), и в дереве модели (Ф) Горизонт 11 (для этого раскрыть Компоненты, нажав на значок "+"). Далее на компактной панели опять нажать на кнопку Добавить из файла и повторить тоже самое, на сей раз выбрав в папке Мои документы файл с именем Горизонт 13. На поле документа к изображению Горизонт 11 добавится фантом Горизонт 13 (рисунок 1.8). На этом этапе (до фиксации изображения Горизонта 13) рекомендуется совместить одинаковые элементы (общие выработки), присущие обоим горизонтам. В рассматриваемом примере одинаковым элементом для обоих горизонтов является рудоспуск Рсп.1. Поэтому после захвата курсором фантома Горизонт 13, не отпуская левой клавиши мыши, совместить (как можно точнее) изображения Реп. 1 на фантоме Горизонта 13 и на изображении Горизонта 11 (рисунок 1.8). После чего отпустить левую клавишу мыши и ещё раз нажать на неё. На поле документа появятся предварительно совмещенное изображение обоих горизонтов (рисунок 1.9).



Рисунок 1.7. Фантом Горизонта 11



Рисунок1.9. Модель горизонтов 11 и 13



Рисунок 1.8. Изображение Горизонта 11 и фантом Горизонта 13



Рисунок 1.10. Вид спереди 3D модели горизонта

Затем следует освободиться от изображений конструктивных плоскостей и осей координат. Для этого в главном меню нажать кнопку **Вид** и на раскрывшейся панели выбрать команду **Скрыть.** В открывшейся вставке последовательно выставить значки "V" сначала напротив команды **Система координат,** а затем напротив команды **Конструктивные плоскости** и нажать левую клавишу мыши. На чертеже останется предварительно совмещенное изображение 3D модели горизонтов 11 и 13 (рисунок 1.9).

Следует помнить, что положение изображения **Горизонт 13** в пространстве модели не зафиксировано (на это указывает (–) перед записью **Горизонт 13** в разделе **Компоненты** дерева модели). Перед фиксацией Горизонта 13 в модели необходимо убедиться в том, что оба горизонта на чертеже (3D) надлежащим образом привязаны друг к другу: во –первых, нет перекрытия изображений обоих горизонтов, т.е. коэффициент искажения по оси «Z» выбран правильно (в пределах 2 –5). Во –вторых, координаты (X и Y) одноименных изображении вертикальной выработки (например, оси Pcn.1) строго совпадают.

Чтобы избежать перекрытия изображений **Горизонт 11** и **Горизонт 13**, необходимо на панели **Ви**д в режиме сборки активизировать команду **Ориентация** и, нажав на т, выбрать в открывшейся вставке команду **Спереди.** На экране появится изображение 3D модели спереди (рисунок 1.10). На компактной панели активизировать команду **Переместить компонент** (рисунок 1.11). Навести курсор на изображение **Горизонт 13** (т.к. он не зафиксирован в модели) и, нажав на левую клавишу мыши и не отпуская её, переместить изображение горизонта на требуемое расстояние вверх или вниз так, чтобы не было визуального перекрытия изображений выработок одного горизонта изображениями выработок другого горизонта. Отпустить клавишу мыши и сохранить изображение.



Рисунок 1.11. Компактная панель в режиме редактирование «Сборки»

Далее, для обеспечения выполнения второго условия в команде Ориентация в открывшейся вставке выбрать опцию Сверху. На экране появится изображение 3D модели сверху (рисунок 1.12). На компактной панели активизировать команду Переместить компонент.



Рисунок 1.12. Вид сверху 3D модели

Курсор навести на изображение Горизонта 13, нажать левую клавишу мыши и, не отпуская её, переместить это изображение до совпадения вертикальной оси рудоспуска (Рсп.1) на обоих изображениях. Отпустить клавишу мыши и сохранить полученное изображение. При этом на появившейся панели Компас 3D на вопрос «Перестроить сборку» ответить «Да». Последние две операции следует повторить два –три раза для более точной привязки изображений друг к другу.

На последнем этапе редактирования "Сборки" необходимо изображение Горизонт 13 в 3D модели фрагмента рудника <u>зафиксировать</u>(Горизонт 11 изначально зафиксирован). Для этого в дереве модели раскрыть позицию Компоненты, нажав на значок Знак (–) перед Горизонт 13 говорит о том, что "Деталь" Горизонт 13 в модели не зафиксирована. Фиксирование выполняется через команды Дерева модели, для чего перевести курсор в дерево модели на значок с изображением детали и нажать на левую клавишу мыши. Этот значок сменит цвет на зелёный, а название (–) Горизонт 13 будет в синем поле. После нажатия правой клавиши мыши появится вкладка, на которой необходимо нажатием левой клавиши активизировать команду Включить фиксацию. Знак (–) перед Горизонт 13 сменится на (Ф), что означает фиксацию Горизонта 13 в модели. Затем курсор перевести на поле чертежа, и нажать левую клавишу: изображение Горизонт 13 сменит цвет с зелёного на цвет сборки (серый). Таким образом, оба горизонта фрагмента рудника будут в 3D модели зафиксированы. Вызвать команду **Ориентация** и вернуться к позиции **Изометрия XYZ.** Сохранить изменения. После фиксации Горизонта 13 вся сборка представляет собой единую трёхмерную модель и в ней можно достраивать общие для обоих горизонтов элементы. В нашем случае такими элементами будут наклонные выработки (уклоны и бремсберги).

Выполнение наклонных выработок

Последним этапом проектирования фрагмента рудника будет выполнение наклонных выработок, предлагаемых в варианте задания на курсовую работу.

Выполнение наклонных выработок покажем на примере построения наклонной выработки Бремсберг 5, проведённой с Горизонта 11 на Горизонт 13. Для этого необходимо выполнить эскиз оси наклонной выработки. На панели **Вид** следует активизировать команду **Ориентация** и в появившейся вставке выбрать команду **Снизу.** На экране весь фрагмент рудника займёт положение "Вид снизу". Выполним следующие действия. Сначала установим курсор на подошве горизонта 13. Контур всего горизонта высветится штриховой бирюзовой линией. После нажатия левой клавиши мыши цвет выбранного контура сменится на зелёный. На Панели текущего состояния активизировать команду **Точка.** На Панели свойств выбрать её стиль, например, крест «Х». Поставить курсор в ту точку подошвы горизонта, через которую будет проходить ось наклонной выработки, и нажать левую клавишу. Выбранная точка изобразится в виде креста зелёного цвета. Отключить команду **Эскиз** (рисунок 1.13). После этого всё повторить со второй точкой оси выработки, расположенной на подошве горизонта 11 (рисунок 1.14).



Рисунок 1.13. Эскиз первой точки оси Через эти точки построить эскиз оси наклонной выработки, для чего в главном меню активизировать команду Операции. В появившейся вставке выбрать позицию Ось и раскрыть её. Затем выбрать способ построения оси (в нашем случае Через две вершины). Выполним указания Строки сообщений. Сначала следует курсор выставить на первую вершину (точку) и нажать левую клавишу, а затем – на вторую. Обе точки на изображении фрагмента рудника будут соединены отрезком прямой линии (рисунок 1.15).

В дереве модели (рисунок 1.16) в разделе Эскизы будут представлены построенные эскизы, а также появится раздел Вспомогательная геометрия. Если раскрыть этот раздел, то можно обнаружить построенную «Ось через две вершины 1».



Рисунок 1.15. Ось через две вершины

Построив ось наклонной выработки, далее для правильного отображения ее поперечного сечения следует выполнить эскиз линии, горизонтальная проекция которой должна быть перпендикулярна горизонтальной проекции оси выработки (рисунок 389). После этого выполнить эскиз нормального сечения наклонной выработки (трапеция). При этом основания трапеции должны быть параллельны горизонтальной проекции линии, построение эскиза которой изложено выше.



Рисунок 1.16. Эскиз перпендикулярной линии

Эскиз нормального сечения выполняется следующим образом. На главном меню выбрать **Вид**, на этой панели – команду **Панель инструментов**, а в появившейся вставке – **Вспомогательная геометрия.** После этого на главном меню выбрать команду **Операции**, на появившейся панели – **Плоскость**, а на вставке –**Через вершину перпендикулярно ребру** (рисунок 1.17).В строке сообщений на запрос «Укажите ребро или вершину» курсор выставить в дереве модели на **Ось через две вершины** и нажать левую клавишу мыши. Эта ось в дереве модели отобразится красной штриховой линией. Подвести курсор к одной из вершин оси наклонной выработки на чертеже. Появится фантом плоскости, перпендикулярной оси выработки. Нажатием левой клавиши зафиксировать эту плоскость.

Навести курсор в дерево модели на позицию Перпендикулярная плоскость 1 в разделе Вспомогательная геометрия и ещё раз нажать левую клавишу. В дереве модели и на чертеже эта плоскость будет выполнена в зелёном цвете. После этого на панели Текущего

состояния нажать на кнопку Эскиз. Изображение фрагмента рудника отобразится в плоскости этого эскиза, т.е. перпендикулярно оси наклонной выработки, а сама ось спроецируется в точку. Далее выполнить эскиз нормального сечения так, как показано на рисунок 390. Погасить команду Эскиз и выполнить операцию Выдавливание. Построение наклонной выработки Бр –г 5 завершено. Аналогично построить наклонные выработки Укл.1 и Укл.4.



Рисунок 1.17. Команда «Через вершину перпендикулярно ребру»

Создание отдельных элементов горных выработок и горношахтного оборудования

В качестве примера рассмотрим создание отдельных элементов рамных крепей и построения на этой основе моделей горных выработок

РАМНЫЕ КРЕПИ

Рамная Горная крепь – крепь из отдельных, не связанных между собой конструктивно, крепежных рам. Рамная крепь применяется для крепления капитальных подготовительных, нарезных и очистных выработок. Конструкция крепи зависит от площади и формы поперечного сечения горной выработки, величины и характера нагрузки на крепь (горного давления), срока службы крепи и других факторов.

В зависимости от типа и конструкции крепежных рам различают рамную крепь:

• по форме – прямоугольную, трапециевидную, полигональную, арочную, кольцевую (рисунок 1.18);

• по характеру работы – жесткую, податливую (постоянного и нарастающего сопротивления), шарнирную, комбинированную;

• по основному материалу – деревянную, стальную (металлическую), железобетонную, смешанную (комбинированную).



Рисунок 1.18. Арочная и трапециевидная крепи горных выработок

Металлическая крепь. Применяется в виде трапециевидных рам, бочкообразных, арок, колец, которые могут быть жесткими, податливыми и шарнирными. Рамы, кольца и арки устанавливают в разбежку через 0,3 – 1,2м и затягивают деревянной, железобетонной затяжкой, металлической решеткой или сеткой. Трапециевидные рамы выполняют из двутавров № 16 –27. Верхняк со стойкой соединяют с помощью специальных башмаков или накладок. Нижний конец стойки опирается на плитку или деревянный лежень через литой или сварной башмак. Расход металла на эту крепь очень велик, практически нет податливости, единственное достоинство: – простота изготовления.

Арочная жесткая крепь (АЖ) изготавливается в виде жесткой двухшарнирной арки из двух полуарок, соединенных в замке с помощью накладок и болтов.

Арочная шарнирная (АШ) бывает трех, – и пятишарнирная. Наибольшую податливость обеспечивает пятишарнирная.

Арочная податливая крепь (АП). Из спецпрофиля применяется для крепления выработок в условиях вертикального неустановившегося горного давления. Элементы арки соединяют внахлестку и стягивают двумя хомутами. Длина нахлестки – 300 мм. Профили 33, 27, 22 и 17 кг/м; податливость достигается за счет скольжения элементов – 30 – 35мм. Сборные рамные конструкции состоят из отдельных несущих рам, устанавливаемых с определенным интервалом вдоль выработки. Используют податливые и жесткие крепи арочного, кольцевого, трапециевидного типа.

Арочные податливые крепи – трех – и пятизвенные, применяют в породах средней устойчивости и в неустойчивых со смещением до 300 мм и более. Крепь состоит из отдельных арок, устанавливаемых с интервалом 0,33 –1,2 м и соединяемых между собой в трех местах металлическими стяжками, пролеты между смежными арками перекрывают железобетонными, деревянными или металлическими затяжками. Арка трехзвенной арочной крепи состоит из верхняка и двух боковых стоек. Звенья арки соединены между собой с помощью скоб, планок и гаек. Межрамные стяжки изготавливают из уголкового профиля; для опоры на почву внутри нижней части боковых стоек устанавливают специальные диафрагмы, в очень слабых породах арки опирают на деревянные башмаки. Податливость крепи обеспечивается за счет скольжения верхняка и стоек в местах их соединения при нагрузках, превышающих силу трения.

Достоинство – большой срок службы. Требует весьма тщательного соединение элементов крепи, иначе могут произойти скручивание, перекосы арки и как следствие потеря податливости.

Требования надежности крепи характеризуют показатели прочности и стабильности работы податливых узлов крепи. Хомуты замков состоят из скоб, планок и гаек. В замках ЗМК используют фигурную планку из роката, в замках ЗПК –фигурную планку, выштампованную из полосы толщиной 12 и 16 мм, а в замках ЗПП – прямую планку из боковины профиля СВП 17;22;27;33 или из полосы 160х60мм и 18х60мм.

Комплектность узла податливости: скоба с гайками, планка из профиля СВП или листового проката(рисунок 1.19).

	1 ao	лица 1. Гехническ	ие характеристики	узла податливости
Тип замка	СВП –17	СВП -22	СВП –27	СВП –33
Диаметр	20	24	24	30
скобы, мм	20	24	24	50
Обозначение	M20	M24	M24	M30
резьбы	11120	11/12-4	11/12-4	IVIJU
Длина	250	290	290	350
планки, мм	250	290	290	550

Технические характеристики узла податливости указаны в табл. 1.



Рисунок 1.19. Конструкция узла податливости крепи

Для выполнения данного задания необходимо создать комплекс отдельных деталей арочной крепи:

- стойка крепи;
- верхняк крепи;
- планка крепи;
- хомут крепи.

При построении стойки и верхняка крепи необходимо создать эскиз спецпрофиля крепи СВП – 19,22, 27, 33 согласно выданному заданию (рисунок 1.20. и табл. 2).



Рисунок 1.20. Спецпрофиль крепи

										1			-		
N⁰	h	h1	h2	b	bi	b2	b3	b4	b5	<i>b6</i>	d	d_i	R	R2	Уо
							I	мм							
14	88	42,0	21,0	121,0	55,0	46,5	67,2	78,0	84,4	18,0	5,6	6	7	5	42,7
17	94	45,5	23,0	121,5	60,0	51,0	73,4	84,6	91,5	19,7	6,0	6	7	5	45,6
19	102	44,0	24,0	136,0	60,0	51,0	71,5	83,5	94,0	20,6	6,2	6	8	5	49,3
22	110	44,0	25,5	145,5	60,0	51,5	71,0	83,5	99,5	22,5	6,4	6	8	5	52,7
27	123	47,0	29,0	149,5	59,5	50,6	69,5	78,0	99,5	25,0	7,4	6	10	5	58,5
33	137	50,0	32	166,3	66,0	56,0	76,8	89,0	110,0	27,5	8,2	6	11	6	64,8

Таблица 1. Параметры сечений СВП

После чего на основе выданных размеров крепи необходимо создать методом выдавливания соответствующие заданию несущие элементы крепи(две стойки и верхняк планка и хомут) (рисунок 1.21). Размеры планки и хомута представлены на рисунке 1.22 и в табл. 3.

Межрамная затяжка в данном случае принята из железобетонная с размерами 200х50х1000 мм Затяжка шахтовая железобетонная предназначена для межрамных ограждений блоков и кровли горизонтальных и наклонных горных выработок угольных шахт.



Рисунок 1.21. Конструктивные элементы крепи



1. Скаба М24 из круга ф24мм. Развернутая длина скобы 450л	1M -1 um.
2. Планка изогнутая из листа 16х60х370мм	-1 wm
1. Tauka M24 TUCT 5915	- 2 ШТ



	Значение				
Наименование показателя	СВП –22	СВП – 27			
Диаметр скобы, мм	24				
Обозначение резьбы	M24				
Длина планки, мм	250				
Высота планки, мм	80 105				

Каждый из созданных элементов должен быть записан в отдельный файл. После этого необходимо перейти в раздел «Сборка»

Первый этап в разделе «Сборка» – соединения стоек и верхняка крепи (рисунок 1.23).



Рисунок 1.23. Рама крепи.

Вторым этапом данного процесса является установка хомутов и планок на узлы податливости рамной крепи (рисунок 1.24).



Рисунок 1.24. Рама крепи с хомутами и планками.

Далее необходимо установить межрамные соединения и затяжку (рисунок 1.25).



Рисунок 1.25. Рама крепи в сборе

Следующим шагом создания модели горной выработки является использование операции «Массивы» для создания протяженной горной выработки (рисунок 1.26).



Рисунок 1.26. Использование операции «Массив»

В результате такого моделирования получена модель участка горной выработки (рисунок 1.27)



Рисунок 1.27. Участок крепи выработки

При наличии моделей горно – шахтного оборудования и создания почвы выработки с водоотливной канавкой можно создать более наглядное изображение горной выработки, закрепленной арочной металлической податливой крепью (рисунок 1.28).



Рисунок 1.28. Участок крепи выработки с горношахтным оборудованием

Вопросы по теме.

- 1. Формы конструкции крепежных рам.
- 2. Состав рамной податливой крепи.
- 3. Что такое СВП 22 ?
- 4. Размеры межрамной затяжки.
- 5. Этапы создания модели рамной крепи.
- 6. Межрамные соединения.
- 7. Основные операции при сборке.
- 8. Работа с массивом.

9. Создание водоотливной канавки.

10. Создание почвы выработки.

Практика 2. Моделирование машин и механизмов горного производства Моделирование барабана привода ленточного конвейера.

1.1.Построение детали «Обечайка»

Размеры барабана привода ленточного конвейера приведены в Приложении 1.

Для создания детали «обечайка» в программе КОМПАС 3Dвоспользуемся командой ОБЕЧАЙКА (рисунок 1.1).Создается эскиз. На эскизе чертится окружность, соответствующая диаметру привода ленточного конвейера. Выбрав в нижнем меню параметры обечайки (рисунок 1.1) проводится ее создание.



Рисунок 1.1. Создание обечайки

После этого необходимо создать разделку фасок обечайки согласно ГОСТ (рисунок 1.2) с помощью команды ВЫРЕЗАТЬ ВЫДАВЛИВАНИЕМ



Рисунок 1.3. Разделка фаски согласно ГОСТ

Для наглядности необходимо создать соответствующий сварочный шов (рисунок 1.4, а) и с помощью сборки добавить шов к вырезанному пазу обечайки (рисунок 1.4, б)



а)
 Б)
 Рисунок 1.4. Создание и установка сварочного шва в обечайку
 С двух сторон обечайки производится расточка на заданную глубину для присоединения крепежных колец. Данная операция выполняется с помощью команды
 ВЫРЕЗАТЬ (рисунок 1,5).





После этого необходимо присоединить к сборке обечайки с сварочным швом кольца с крепежными отверстиями, которые ввариваются в тело обечайки (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 Установка колецна обечайку

При создании 8 отверстий по контуру вваренных колец необходимо воспользоваться командой МАССИВ →ПО КОНЦЕНТРИЧЕСКОЙ СЕТКЕ. В этом случае необходимо в нижнем меню выбрать количество отверстий и ось, вокруг которых отверстия будут

созданы (рисунок 1.7). Данная операция позволит сократить время построение и увеличить точность расположения отверстий в детали.



Рисунок 1.7 Создание отверстий в кольцах с помощью команды МАССИВ Следует отметить, что при создании левого кольца обечайки барабана необходимо выполнить резьбовые отверстия под крепёжные шпильки. Данная операция может быть выполнена несколькими различными способами. Наиболее рациональным способом является использование прикладной библиотеки Компас-3D.

Данными операциями создание сборки – «обечайка» закончена и переходим к созданию остальных деталей данной сборки.

1.2. Построение детали «Вал»

Эскиз вала представляет собой ломаную линию, отдельные участки которой расположены под прямыми углами друг к другу. Создание вала производится с помощью операции ВРАЩЕНИЕ (рисунок 1.8)

Опе	рации	Спецификация	Сервис	<u>О</u> кно	<u>С</u> правка	Биб	блиотеки
	Добав	ить из фа <u>й</u> ла			×	۱ 🔍	🔍 🕀 0.5486 💌 🕻
	Созда	ть			+		i + * >
N 🤨 1	Зерка	пьное отра <u>ж</u> ение і	компонент	гов			
	Сопря	жения компоненто)В	Þ			
	<u>М</u> ехан	ические сопряжен	Þ				
đ	Созда	ть новый <u>ч</u> ертеж і	из модели				
Ъ	<u>Э</u> скиз						
	Эскиз	из <u>б</u> иблиотеки					
	Опера	ция			•	7	<u>В</u> ыдавливания
Ø	<u>Д</u> етал	ь-заготовка				1	Вращения
1	Прида	ть тол <u>щ</u> ину				9	Кинематическая
	В <u>ы</u> рез	ать			۰.	⊉	По сечениям

Рисунок 1.8. Операция ВРАЩЕНИЕ

В этом случае для построения детали ВАЛ можно воспользоваться операцией ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ПРЯМАЯ для задания точного расстояния от оси вращения до контура вала,после чего с помощью операции ОТРЕЗОК производится построение вала.

Для того, чтобы не назначать отрезкам горизонтальность и вертикальность вручную с использованием параметрических команд, следует сразу начертить их в нужной ориентации, для чего использовать кнопку *Ортогональное черчение*. Нажмите кнопку *Ортогональное черчение* на панели **Текущее состояние**или нажмите клавишу **[F8]**. После выполнения эскиза методом вращения (рисунок 1.9) создается деталь – вал.





Рисунок 1.9. Создание 2D модели вала

Для создания на валу углублений под призматические шпонки необходимо воспользоваться командой КАСАТЕЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ (рисунок 1.10)





Рисунок1.10 Создание шпоночных углублений Создание деталей «Стенка торцевая» и «ступица» аналогично созданию колец обечайки.

Порядок использования конструкторской библиотеки

Для упрощения и ускорения разработки чертежей и сборок, содержащих типовые, стандартизованные детали и конструктивные элементы (резьбовые и другие крепёжные изделия, пружины, подшипники, резьбовые отверстия, канавки и т.п.), очень удобно применять готовые параметрические библиотеки. Библиотека – это приложение, созданное для расширения стандартных возможностей КОМПАС-3D и работающее в его среде. Типичным примером такого приложения является конструкторская прикладная библиотека в КОМПАС-3D, содержащая стандартные крепёжные резьбовые изделия и машиностроительные элементы в двухмерном (2D) изображении. Причем, содержимое библиотек соответствует всем ГОСТ-ам и очень просты в применении, чего часто не хватает иностранным программам моделирования.

В этом случае при создании стандартных деталей (болт, винт, гайка, шпилька и шайба) необходимо использовать стандартную библиотеку программы Компас по ГОСТу, указанному в задании (рисунок 1.11).



Рисунок1.11. Библиотека программы КОМПАС

Шаг резьбы выбирается крупный в зависимости от диаметра детали ГОСТ 8724-2002. Для изображения отверстий с резьбой и без резьбы также должны быть использованы библиотечные элементы. При этом из набора изображений выбирается для болта сквозное отверстие без резьбы, а для винта и шпильки глухое отверстие, для которого задаются диаметр и длина резьбы, глубина отверстия и т.д.

2. Моделирование бурового шнека

Буровой шнек (далее шнек) (рисунок 2.1) является разновидностью бурильной трубы, которая в отличие от гладкоствольной бурильной трубы не только передает породоразрушающему инструменту крутящий момент и осевую нагрузку, но и транспортирует на поверхность разрушенную горную породу.



Рисунок 2.1. Буровой шнек

При шнековом бурении буровая колонна состоит из отдельных шнеков с быстроразъемными соединениями. Параметры шнеков определяются требованиями, вытекающими из горно-геологических условий, назначения скважин и типа буровой установки. Как правило, шнеки поставляются в комплекте с буровыми установками.

1. Создайте документ типа Деталь и сохраните его, например, как «Шнек».

2. Установите ориентацию **Изометрия XYZ** и при помощи операции выдавливания создайте модель трубы Ø 30/40 мм и длиной 500 мм (рисунок 2.2).

3. На поверхности трубы создайте цилиндрическую винтовую линию. В Дереве модели выделите профильную плоскость ZY. Выберите команду Спираль цилиндрическая на Инструментальной панели, раскрыв ее кнопкой Пространственные кривые (рисунок2.3). Ось спирали будет перпендикулярна профильной плоскости ZY и по умолчанию проходит через начало системы координат этой плоскости. Точкой привязки спирали считается точка пересечения оси и опорной плоскости.





Рисунок 2.2. Модель трубы шнекового

Рисунок2.3. Команда Спираль

конвейера

цилиндрическая

4. После вызова команды на экране появится Панель свойств, на которой нужно выбрать способ построения спирали и ввести ее геометрические характеристики (рисунок 2.4). Во вкладке Построение установите следующие параметры спирали:

• в раскрывающемся окне Способ построения – n,hПо числу витков и высоте;

- в поле **Число витков** 10;
- переключатель Высота По размеру;
- в поле **Размер** 500;
- переключатель Направление построения Обратное направление;
- переключатель Направление навивки Правое (включен по умолчанию).

+ 🐨 [?]	n,h → <u>Ч</u> исл	о витков 10.0 🜩 Высота 🛐 🗿 Размер 500.0 🜩 🏦 🐨 🚓 📩 Угол 0.0 💠 🖂 🛛 0.0]
ω,	Построение	🖉 Диаметр 🎦 Свойства	

Рисунок2.4. Панель свойств команды Спираль цилиндрическая

5. Во вкладке Диаметр включите переключатель способа задания диаметра в положение По объекту и щелкните мышью прямо по наружной поверхности трубы. Фантом цилиндрической спирали с заданными параметрами отображается в окне документа. Нажмите кнопку Создать объект, и на поверхности трубы система отрисует винтовую спираль (рисунок2.5). В Дереве модели появится строка «Спираль цилиндрическая:1».

6. В горизонтальной плоскости ZX создайте эскиз-сечение кинематической операции – прямоугольник, представляющий собой сечение шнековой спирали. Выделите горизонтальную плоскость ZX в Дереве модели и щелкните на команде Эскиз на Панели текущего состояния.



Рисунок2.5. Винтовая цилиндрическая спираль на поверхности трубы

7. Для того чтобы вершина прямоугольника «привязалась» к началу спирали, целесообразно воспользоваться командой Спроецировать объектна инструментальной панели Геометрия (рисунок 2.6), которая позволяет создать в текущем эскизе проекцию указанной вершины, грани или ребра детали. Щелкните на кнопке Спроецировать объект и поймайте курсором конец спирали. Когда он будет подсвечен «крестиком со звездочкой» – условным изображением вершины, щелкните левой кнопкой мыши. Указанная вершина спроецируется в плоскость*ZX в* виде вспомогательной точки.



Рисунок2.6. Команда Спроецировать объект на инструментальной панели Геометрия

8. Теперь легко вычертить прямоугольник 2 ×30 мм, вершина которого находится в начале спирали (рисунок2.7). Закройте эскиз, и в Дереве модели появится строка «Эскиз:3».



Рисунок 2.7. Эскиз-сечение шнековой спирали

9. Проследите, чтобы последний Эскиз:3 был выделен в Дереве модели, и вызовите команду Кинематическая операция на Инструментальной панели. В нижней части экрана появится Панель свойств, на которой в поле Сечение должен быть заявлен Эскиз:3. Задайте траекторию кинематической операции, щелкнув мышью в Дереве модели на Спираль цилинддрическая:1. Проследите, чтобы в поле Движение сечения был активен переключатель Сохранять угол наклона (или Перпендикулярно траектории), а во вкладке Тонкая стенка в окне Тип построения тонкой стенки было выбрано Нет. Нажмите на клавишу Создать объект, и модель Шнека бурового будет готова (рисунок2.8).









1 - Обечайка барабана, 2 – Вал, 3 – Стенка торцевая, 4 – Ступица. І – Болтовое соединение, ІІ – Шпилечное соединение, ІІІ – Штифтовое (конический штифт) соединение, IV - Заклепочное соединение, V – Штифтовое (цилиндрический штифт) соединение, VI – Шпоночное соединение, VII – Крепление вала.



№ варианта	d_1	L_2	l_I	l_2	l ₃	l_4	l_5	d_0	l_6	d_5	d_6	m_1	b_1	f	b	t	t_1	b_0	М
1	80	1300	110	140	100	120	30	70	32	110	64	10	10	20	22	71	73	18	76
2	40	650	55	70	50	60	15	30	23	55	24	5	6	10	12	35	33	8	36
3	75	1280	110	140	100	120	30	66	32	110	60	10	10	20	20	66	69	18	72
4	35	635	55	70	50	60	15	24	18	55	20	5	5	10	10	30	27	6	30
5	80	1310	110	140	100	120	30	70	32	110	54	10	10	20	22	71	73	18	76
6	45	650	55	70	50	60	15	36	26	55	30	5	6	10	14	39	39	8	42
7	80	1280	110	140	100	120	30	70	32	110	64	10	10	20	22	71	73	18	76
8	75	1280	110	140	100	120	30	66	28	110	60	10	10	20	22	66	69	18	72
9	80	1310	110	140	100	120	30	70	32	110	64	10	10	20	22	71	73	18	76
10	80	1320	110	140	100	120	30	70	32	110	64	10	10	20	22	71	73	18	76

Ступица





№ варианта	D	d	L	d_1	L	d_2	D_2	b	t_1
1.	235	140	120	80	95	15	190	22	85,4
2.	120	70	60	40	45	9	95	12	43,3
3.	240	140	120	75	95	17	190	22	80,4
4.	125	70	60	35	45	11	95	10	38,3
5.	245	140	120	80	95	19	190	22	85,4
6.	125	70	60	45	45	13	95	14	48,8
7.	250	140	120	80	95	21	190	22	85,4
8.	250	140	120	75	95	23	190	22	80,4
9.	250	140	120	80	95	25	190	22	85,4
10.	250	140	120	80	95	25	190	22	85,4



 D_4

№ варианта	d	D_4	K	D_2	D_2	D_3	d_3	$D_{ m III}$
1.	140	710	20	190	15	640	17	12
2.	70	355	12	95	9	320	9	6
3.	140	710	20	190	17	640	19	12
4.	70	355	15	95	11	320	11	8
5.	140	710	30	190	19	640	21	16
6.	70	355	12	95	13	320	13	8
7.	140	710	20	190	21	640	23	16
8.	140	710	20	190	23	640	25	16
9.	140	710	20	190	25	640	28	20
10.	140	710	20	190	25	640	31	25

Обечайка барабана



Me	D_1	L_1	a_1	<i>a</i> ₂	d_4	т	n	D_3	D_5	D_6	D_7	d_3	K_1	К2	d _ĸ	$d_{\mathfrak{u}}$
1	760	890	70	90	M16	28	20	640	730	570	720	17	20	40	12	12
2	380	420	30	45	M8	20	15	320	365	285	360	9	10	25	6	6
3	750	880	70	95	M18	34	24	640	730	570	720	19	20	45	12	12
4	370	410	30	45	M10	19	13	320	360	285	354	11	10	25	8	8
5	770	890	70	85	M20	36	25	640	730	570	720	21	20	45	16	16
6	390	415	30	50	M12	24	16	320	370	285	366	13	10	30	8	8
7	750	880	70	100	M22	38	28	640	730	570	720	23	20	50	16	16
8	770	870	70	95	M24	42	30	640	730	570	720	25	20	50	16	16
9	770	900	70	105	M27	45	34	640	730	560	720	28	20	55	20	20
10	770	910	70	110	M30	52	38	640	730	560	720	31	20	60	25	25

Контрольные вопросы

1. Формы конструкции крепежных рам.

- 2. Состав рамной податливой крепи.
- 3. Что такое СВП 22 ?
- 4. Размеры межрамной затяжки.
- 5. Этапы создания модели рамной крепи.
- 6. Межрамные соединения.
- 7. Основные операции при сборке.
- 8. Работа с массивом.
- 9. Создание водоотливной канавки.
- 10. Создание почвы выработки.
- 11. Операция спираль цилиндрическая.
- 12. Операция «Обечайка». Назначение.
- 13.Классификация горных машин подземных разработок.
- 14. Типы сопряжения горных выработок.
- 15. Массивы. Назначение. Типы массивов.

Модуль 3

Прикладные библиотеки и приложения визуализации Лекция 1. Способы оптимизации проектирования в САПР.

Важнейшей проблемой, которую предстоит решать в ближайшее время в области информационных технологий, является электронное описание изделий в процессах конструирования, технологической подготовки производства и производства продукции. Перед промышленностью стоит задача реального перехода предприятий к действительно безбумажным технологиям проектирования, производства и эксплуатации продукции. В настоящее время прогрессивным методом автоматизированного проектирования является разработка и совершенствование конструкции объекта проектирования с использованием систем компьютерного трехмерного моделирования. современных С помощью современных систем проектирования можно создавать многовариантные параметрические и динамические модели, проверять их свойства и поведение на компьютере до запуска в опытную партию и производство, что позволяет существенно сократить количество ошибок проектирования и ускорить реализацию проекта.

Основными способами ускорения процесса проектирования является применение конструкторских библиотек. В настоящее время разработчики САПР предлагают большой спектр конструкторских библиотек и приложения, разработанных в соответствии с государственными, отраслевыми и другими стандартами. Применение этих библиотек позволяет не изготавливать модели отдельных элементов, а брать уже готовые решения. Также все современные САПР позволяют создавать свои собственные библиотеки.

САПР Компас 3D

САПР Компас 3D в настоящее время предоставляет огромное количество библиотек и приложений. При этом пользователь может создавать свои библиотеки 2D или 3D. Библиотеки Компас 3D.

1. Стандартные Изделия: Крепеж для КОМПАС. Каталог «Стандартные Изделия: Крепеж» содержит крепежные изделия по стандартам ГОСТ, ISO, DIN, ОСТ 92: болты, винты, гайки, шайбы, шпильки, шплинты, заклепки и т. п.:

- крепежные изделия по ГОСТ - более 166 500 моделей;

- крепежные изделия по DIN, ISO более 82 000 моделей;
- изделия по ОСТ 92 около 8 500 моделей;
- отверстия различных видов;
- пакеты крепежных соединений.

2. Стандартные Изделия: Детали, узлы и конструктивные элементы для КОМПАС. Каталог «Стандартные Изделия: Детали, узлы и конструктивные элементы» содержит обширный перечень элементов:

 подшипники и детали машин (подшипники шариковые и роликовые, манжеты и шпонки, оси и т. д.) – 398 500 элементов;

– детали и арматура трубопроводов (фланцы, отводы, тройники, заглушки и т.д., а также детали крепления трубопроводов) – 173 500 моделей;

– детали пневмо- и гидросистем (гайки накидные, штуцеры, ниппели, крестовины, тройники и т. д.) – более 6 500 моделей;

– элементы станочных приспособлений – около 6 500 моделей;

– детали и узлы сосудов и аппаратов (фланцы, днища, устройства строповые, опоры, лапы и т. д.) – более 140 500 моделей.

3. Стандартные Изделия: Электрические аппараты и арматура 3D для КОМПАС.Стандартные изделия: Электрические аппараты и арматура 3D для КОМПАС содержит около 42 500 изделий, часто применяемых при проектировании радиоэлектронной аппаратуры:

- клеммы и зажимы;
- крышки для цилиндрических соединителей;
- лепестки;
- наконечники и гильзы кабельные;
- панели несущие, тип U;
- переключатели тумблерные;
- платы соединительные;
- соединители электрические прямоугольные;
- соединители электрические цилиндрические;
- установочные элементы.

При вставке стандартного изделия в чертеж или сборочную модель вносится информация, необходимая для последующего формирования спецификации.

4. Материалы и Сортаменты для КОМПАС. Библиотека содержит обширный перечень материалов и сортаментов, информацию о свойствах материалов, назначении и области применения, заменителях и условиями замены, информацию по нормативным документам и т. д.

Этот программный продукт очень удобно использовать вместе с другими модулями Компас 3D и Компас-График. Он предоставляет конструктору следующую информацию:

– обозначения и документы на поставку черных и цветных металлов, их сплавов и неметаллических материалов (в т.ч. строительных);

– физико-механические, технологические свойства конструкционных материалов, их назначение и области применения;

 виды сортамента (фасонного, листового, профильного и т.п.), изготавливаемого из этих материалов, включая перечни типоразмеров, выпускаемых промышленностью;

– марки смазочных материалов с данными по их свойствам и областям применения;

– марки лакокрасочных, металлических и неметаллических покрытий, включая характеристики и условия эксплуатации покрытий;

- таблицы соответствия российских и зарубежных марок сталей.

Общее количество материалов в библиотеке составляет более 12 500 наименований. В том числе:

- 1700 отечественных марок сталей и сплавов;
- 2279 зарубежных марок сталей и сплавов;
- 145 марок чугуна;
- 1270 марок цветных металлов и сплавов;
- 270 наименований легирующих сплавов;
- 480 марок масел и смазок;
- 240 марок лаков и красок;
- 700 марок пластмасс;
- 475 марок клеёв;
- 1500 наименований сварочных материалов;
- 620 наименований проводов и кабелей;
- 580 наименования строительных материалов;
- 131 вид гальванических покрытий;
- 46 наименований композиционных материалов.

База содержит 46 258 экземпляров сортаментов.

Помимо основных сведений о материалах и сортаментах, справочник содержит информацию о производителях и поставщиках, данные о коэффициентах трения, условиях склеивания различных материалов.

База материалов постоянно пополняется и поддерживается в актуальном состоянии. Содержащаяся в ней информация проверяется на соответствие действующей нормативной документации (ГОСТ, ОСТ, ТУ и т.д.).

5. Оборудование: Металлоконструкции. Приложение для КОМПАС-3D, предназначенное для автоматизации работ по проектированию конструкций из профильного металлопроката. Приложение позволяет быстро проектировать всевозможные рамы и каркасы, автоматически создавать комплект документации (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1. Пример конструкции выполненной в приложение «Оборудование: металлоконструкции»

Создание металлоконструкции в приложении начинается с построения Трехмерного каркаса – геометрических осей, которые являются эскизом конструкции. После чего для каждой из осей назначается профиль. Сортамент профиля может выбираться из нового Каталога профилей, входящего в комплект поставки приложения, либо из Справочника Материалы и Сортаменты для Компас. Для удобства построения и редактирования металлоконструкции в приложении реализован механизм Характерных точек, который

позволяет задавать длину и угол поворота профиля непосредственно в окне построения. При изменении Трехмерного каркаса металлоконструкция перестроится автоматически.

После назначения профилей необходимо проработать отдельные узлы металлоконструкции. Для этого в приложении есть специальные инструменты. Можно корректировать длины деталей, задавать угловую или стыковую разделки, строить дополнительные элементы в виде ребер жесткости или фасонок.

Для созданной с помощью приложения конструкции можно автоматически получить спецификацию либо любые другие виды настраиваемых отчетов. Металлоконструкция, спроектированная в приложении, может быть проверена на наличие пересечений. Трехмерная модель позволяет сразу выявить возможные нестыковки. Оборудование: Металлоконструкции позволяет избежать дополнительных затрат на материал, инструмент, а главное – не потерять драгоценное время.

6. Оборудование: Трубопроводы. Оборудование: Трубопроводы – специализированное приложение системы Компас 3D, предназначенное для быстрого проектирования гидравлических и пневматических систем, различных инженерных коммуникаций, обвязок машин и оборудования, автоматического создания комплекта документации для изготовления трубопроводов (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2. Пример конструкции выполненной в приложение «Оборудование: трубопроводы»

Оборудование: Трубопроводы избавляет проектировщика от выполнения рутинных действий и исключает подавляющее большинство ошибок. Приложение позволяет строить трубопроводы по самым сложным траекториям.

В процессе построения траектории автоматически строится и сам трубопровод, для задания параметров которого предусмотрена специальная панель. В зависимости от геометрии осевой линии выполняется автоматический подбор деталей трубопровода. Если траектория совершает поворот, автоматически размещается отвод либо сгиб трубы, а если труба пересекается с другой трубой, то в этом месте появляется тройник либо врезка. Радиусы поворотов определятся автоматически в зависимости от выбранного диаметра трубы.

Трубопровод отображается в дереве построения модели отдельным объектом, что делает навигацию по проекту более удобной.

Приложение также позволяет размещать элементы трубопроводов (запорную арматуру, фланцы, фильтры, клапаны и т. д.), подрезать торцы труб, редактировать диаметр труб и толщину стенки.
В качестве деталей и арматуры трубопровода можно использовать как компоненты из каталога приложения, так и компоненты из Библиотеки Стандартные Изделия. Работа конструктора значительно облегчается в части составления проектной документации. Все добавленные в модель элементы автоматически переносятся в чертежи, спецификации, отчеты.

7. Валы и механические передачи 3D. Приложение предназначено для автоматизации проектирования и построения трехмерных моделей валов, втулок, элементов механических передач и различных конструктивных элементов в среде Компас 3D (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3. Пример механизма выполненной в приложение «Валы и механические передачи 3D»

Встроенные расчетные модули, каталоги материалов и стандартных изделий помогают инженеру создавать модели узлов и механизмов в кратчайшие сроки. Результаты проектировочных и прочностных расчетов могут быть представлены в виде отчетов и сохранены в любом удобном формате. Стандартные средства КОМПАС-График позволяют быстро оформить конструкторскую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов.

Средствами приложения *Валы и механические передачи 3D* могут быть спроектированы следующие элементы механических передач:

- шестерни цилиндрические с внешним и внутренним зацеплением;
- шестерни цилиндрические винтовых эвольвентных передач;
- зубчатые рейки;
- шестерни конические с прямым зубом;
- шкивы клиноременных передач;
- звездочки приводных роликовых цепей;
- червяки и червячные колёса (цилиндрическая червячная передача);
- зубчатые глухие муфты.

Пользователям доступны геометрические и проектные расчеты, расчеты передач на прочность и долговечность, а также оптимизационные расчеты.

Дополнительный модуль приложения Валы и механические передачи 3D расширяет список проектируемых передач. К основному перечню элементов добавляются элементы следующих передач:

- конической передачи с круговыми зубьями;
- гипоидной передачи;

- конической передачи с тангенциальными зубьями;
- червячной глобоидной передачи;

– ортогональной передачи «Цилиндрический червяк-Цилиндрическое косозубое колесо»;

- планетарной передачи Джеймса с одновенцовыми сателлитами;
- цилиндрической передачи внешнего зацепления с арочными зубьями;
- цилиндрической передачи Новикова внешнего зацепления;
- плоскоцилиндрической (коронной) зубчатой передачи;
- зубчаторемённой передачи;
- зубчатой соединительной муфты;
- цевочной передачи.

Кроме того, средствами дополнительного модуля может быть выполнен восстановительный расчет цилиндрической передачи внешнего зацепления.

Другой модуль «Часовые механизмы» предназначен для проектирования приборов времени.

Особенности приложения:

- Проектировать изделие можно начать как с его 3D-модели, так и с чертежа.
- Возможность оптимизационного проектирования:

a) автоматизированный расчет коэффициентов смещения позволяет спроектировать цилиндрическую зубчатую передачу внешнего зацепления с эвольвентными зубьями, имеющую оптимальные свойства по нескольким критериям: контактной прочности, прочности по изгибу, равнопрочности зубьев, износостойкости и сопротивления заеданию, плавности работы.

б) Проектные расчеты передач выполняются по созданным математическим моделям функционирования, что в совокупности с использованием оптимизационных методов позволяет подобрать ряд вариантов передач, удовлетворяющих заданным условиям эксплуатации.

– Проектировать детали можно не только в соответствии с отечественной нормативной базой (ГОСТ, ОСТ), но и по стандартам других стран (AGMA, ASA, DIN, ISO, JIS, GBT). Применение зарубежных стандартов при проектировании механических передач расширяет возможности по ремонту импортных узлов и агрегатов, при этом способствует сокращению сроков и снижению цены ремонта сложного технологического оборудования.

– При проектировании зубчаторемённых и клиноременных шкивов ремень можно выбрать как по отечественным стандартам, так и по каталогам компании Optibelt (Германия).

– 2D-профили зубчатых венцов и генерируемые 3D-модели абсолютно правильны и геометрически корректны. Они безо всяких ограничений могут быть использованы при создании программ для станков с ЧПУ. Генерация 3D-моделей венцов зубчатых колес доступна с учетом допуска. Генерация зубчатых венцов выполняется на функционале ядра C3D КОМПАС-3D.

На промышленных предприятиях России и стран СНГ неоднократно изготавливались детали по сложноформируемым моделям, такие как червячные колеса цилиндрической и глобоидной червячных передач, конические шестерни с круговыми зубьями. При этом каждый раз они заслуживали высокую оценку по результатам их промышленной эксплуатации.

8. *Оборудование: Развертки*. Приложение для быстрого проектирования элементов пыле-, газо- и воздухопроводов, трубопроводов и аналогичных деталей из листового материала.

Конструктору необходимо задать тип листовой конструкции, назначить её размеры, и он автоматически получит модель и оформленный чертеж данной детали или сборочной

единицы (в случае, если конструкция составная). Чертежи разверток создаются с заданной точностью.

Задайте параметры материала или получите их автоматически из библиотеки Материалы и Сортаменты для Компас – и приложение подсчитает массу изделия.

Приложение позволяет получить координаты кривых в виде текстового файла для последующей раскройки листа.

Кроме того, команда Развертка поверхности создает развертки любых цилиндрических и конических тел, смоделированных стандартными инструментами Компас 3D.

Функция проверки и загрузки обновлений позволяет работать в актуальной версии приложения со всеми его исправлениями и новыми возможностями.

9. Механика: Пружины. Приложение позволяет выполнять проектные и проверочные расчеты пружин сжатия, растяжения, кручения, а также тарельчатых, конических и фасонных пружин. По результатам расчетов автоматически формируются чертежи и 3D-модели.

В основу приложения положены следующие методики расчета:

– пружины сжатия и растяжения — ГОСТ 13764-86, ГОСТ 13765-86;

тарельчатые пружины — ГОСТ 3057-90;

– пружины кручения — методика из книги В.И. Анурьев «Справочник конструкторамашиностроителя» том 3;

– конические и фасонные пружины — методика из книги С. Д. Пономарёв, Л. Е. Андреева «Расчет упругих элементов машин и приборов».

В результате проектного расчета система предлагает множество решений, удовлетворяющих исходным данным, из которых конструктор может выбрать оптимальное по одному или нескольким критериям.

При создании чертежа пружины возможны выбор типа зацепов, автоматическая постановка размеров, выносных видов, диаграмм деформаций или усилий.

После вставки модели пружины в сборку можно изменять длину пружины, что позволяет выставить деталь в рабочее состояние или промежуточное.

Как показывает практика, использование приложения Пружины позволяет в 15–20 раз повысить скорость проектирования и выпуска конструкторской документации пружин.

10. Каталог: Сварные швы. Набор приложений для быстрого оформления электронной модели изделия, содержащей сварные соединения (рисунок 1.4).

11.



Рисунок 1.4. Пример конструкции выполненной в приложение «Каталог: сварные швы»

Если модель или чертеж сварной конструкции насыщены разными сварными швами, не ошибиться при оформлении или редактировании обозначений сварных швов достаточно трудно. Каталог: Сварные швы поможет упростить простановку обозначений в модели и избежать ошибок при указании номеров и количества швов на чертеже. Каталог состоит из следующих приложений:

– обозначение шва и указание его условного обозначения непосредственно в модели. Созданное условное обозначение автоматически передается в чертеж сварной конструкции. Кроме того, в чертеж может быть передана и длина сварного шва. Доступны следующие способы создания условного обозначения в модели: по граням (в этом случае поочередно указываются грани первого и второго объекта для построения между ними сварочного шва); по ребрам (шов строится по указанным в модели ребрам); по точкам (создается условное обозначение контактной сварки);

– быстрая простановка обозначений сварных швов по ГОСТ возможна за счет диалогового окна, в котором можно выбрать параметры сварки (стандарт, тип, способ и т.д.). При вводе в текущий документ нового обозначения шва автоматически ставится следующий порядковый номер. Возможна вставка обозначения из пользовательского шаблона (набора часто используемых швов).

– возможность создавать обозначения сварных швов на чертежах в соответствии со стандартами ГОСТ 2.312-72, ISO 2553:1992 (DIN 22553-1997), создавать таблицы сварных швов.

– проверка обозначений сварных швов текущего документа по ГОСТ перед автоматическим построением таблицы сварных швов в соответствии с выбранным стилем. Проверка позволяет избежать несогласованности в видах обозначений на чертеже, количестве швов и их номерах. Стиль таблицы сварных швов можно выбрать из предлагаемого списка либо создать самостоятельно.

– вставка в чертеж или эскиз модели конструктивных элементов сварных швов. В диалоговом окне, выбрав параметры нужного соединения можно вставить изображение шва, либо разделки его кромок. Доступны изображения конструктивных элементов швов по ГОСТ 5264-80, ГОСТ8713-79, ГОСТ 14771-76, ГОСТ14806-80.

Условные обозначения сварных соединений:

– Указание на чертеже изображения катетов сварных швов и обозначение швов согласно ГОСТ 21.502-2007.

– Возможность настроить тип катета (равносторонний или неравносторонний) и направление скругления (внутрь или наружу). Доступна отрисовка катета и без скругления — в виде треугольника.

– Выбор типа шва при вставке в документ его изображения по ГОСТ 21.502-2007: заводской или монтажный, сплошной или прерывистый — и указать, видимой или невидимой должна быть линия шва. Геометрические параметры изображений швов (длина штрихов, расстояние между штрихами и группами штрихов, тип линий и т. д.) настраиваются пользователем.

12. Каталог Муфты. Приложение предназначено для создания трехмерных моделей и чертежей стандартных машиностроительных муфт различных типов.

Приложение позволяет создавать трехмерные модели и двухмерные изображения следующих муфт:

1. Глухие муфты:

• фланцевая по ГОСТ 20761-96;

2. Жесткие компенсирующие:

• зубчатая по ГОСТ 50895-96;

• с промежуточным подвижным элементом (со скользящим сухарем и кулачково-дисковая по ГОСТ 20720-93);

- 3. Упругие компенсирующие:
 - упругая втулочно-пальцевая по ГОСТ 21424-93;
 - муфта со звездочкой по ГОСТ 14084-93;
 - с торообразной резиновой оболочкой по нормали МН 5809-65;

При создании муфты возможно автоматическое формирование выреза в модели (сборке) или разреза на чертеже. Модель муфты вставляется в активный документ в виде параметризованного трехмерного макрообъекта или двухмерного изображения, что позволяет легко редактировать полученную муфту средствами библиотеки. При редактировании в библиотеке, можно не только изменять размеры данной муфты, но и заменять ее новой муфтой другого типа. Предусмотрено автоматическое создание объекта спецификации для стандартизованных муфт. На создаваемом чертеже могут быть автоматически проставлены основные размеры для каждого типоразмера муфт.

Библиотека также содержит значения номинального вращающего момента, частоты вращения и всех геометрических размеров (согласно ГОСТ) для каждого типа формируемых муфт.

Каталог: Муфты позволит значительно сократить время на проектирование машиностроительных приводов (редукторов), а также любых других промышленных агрегатов, в которых используется соединение валов и передача вращательного движения между ними.

13. *Механика: Анимация*. Приложение «оживит» модели, спроектированные вами в КОМПАС-3D, поможет выявить возможные столкновения деталей и создать интерактивные руководства по сборке-разборке изделий.

Основные возможности приложения:

 имитирование движений различных узлов и звеньев машин, устройств, механизмов и приборов.

 проверка возможных соударений компонентов в процессе их перемещений для выявления ошибок в проектировании.

 – создание видеороликов, демонстрирующих работу устройств для презентаций или интерактивных технических руководств.

– создание диаграмм последовательных положений механизма — «кинограмм» (набора последовательных кадров в формате *.frw — фрагментов КОМПАС-График).

– запись видеороликов движения в формате avi. Параметры воспроизведения можно настраивать: задавать частоту кадров, паузу между последовательными шагами, цикличность.

Сценарий анимации – последовательность шагов, соответствующих отдельным перемещениям компонентов сборки. Каждому шагу могут соответствовать различные виды движения деталей и параметры движения (скорость, частота вращения, время). Все эти движения можно задавать как последовательно, так и параллельно друг с другом (на одном шаге). Сценарий можно сохранить в текстовом файле стандартного XML-формата и использовать его в будущем.

14. *АРМ FEM*. Приложение АРМ FEM предназначено для выполнения экспрессрасчетов твердотельных объектов в системе КОМПАС-3D, и визуализации результатов этих расчетов (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5. Пример прочностного расчета конструкции выполненной в приложение «АРМFEM»

В состав APM FEM входят инструменты подготовки деталей и сборок к расчёту, задания граничных условий и нагрузок, а также встроенные генераторы конечноэлементной сетки (как с постоянным, так и с переменным шагом) и постпроцессор. Этот функциональный набор позволяет смоделировать твердотельный объект и комплексно проанализировать поведение расчётной модели при различных воздействиях с точки зрения статики, собственных частот, устойчивости и теплового нагружения.

Для создания конечно-элементного представления объекта в APM FEM предусмотрена функция генерации КЭ-сетки, при вызове которой происходит соответствующее разбиение объекта с заданным шагом. Если созданная расчетная модель имеет сложные неравномерные геометрические переходы, то может быть проведено так называемое адаптивное разбиение. Для того чтобы результат процесса был более качественным, генератор КЭ-сетки автоматически (с учетом заданного пользователем максимального коэффициента сгущения) варьирует величину шага разбиения.

Прочностной анализ модуля APM FEM позволяет решать линейные задачи:

- напряженно-деформированного состояния (статический расчет);
- статической прочности сборок;
- устойчивости;
- термоупругости;
- стационарной теплопроводности.

Динамический анализ позволяет определять частоты и формы собственных колебаний, в том числе для моделей с предварительным нагружением.

Результатами расчетов являются:

– распределение эквивалентных напряжений и их составляющих, а также главных напряжений;

- распределение линейных, угловых и суммарных перемещений;
- распределение деформаций по элементам модели;
- карты и эпюры распределения внутренних усилий;
- значение коэффициента запаса устойчивости и формы потери устойчивости;

– распределение коэффициентов запаса и числа циклов по критерию усталостной прочности;

- распределение коэффициентов запаса по критериям текучести и прочности;
- распределение температурных полей и термонапряжений;

 координаты центра тяжести, вес, объем, длина, площадь поверхности, моменты инерции модели, а также моменты инерции, статические моменты и площади поперечных сечений;

 реакции в опорах конструкции, а также суммарные реакции, приведенные к центру тяжести модели.

Autodesk Inventor

1. Библиотеки компонентов

Ключ к повышению производительности в 3D – возможность быстро находить и применять в проекте готовые модели часто используемых компонентов.

Библиотека компонентов Autodesk Inventor предоставляет пользователям огромный выбор готовых моделей стандартных компонентов – крепежных деталей, профильных элементов, деталей валов и т.д. В том числе по стандарту ГОСТ и всем распространенным мировым стандартам (ANSI, ISO, DIM, JIS и т.д.). В настоящее время количество стандартных деталей в библиотеке приближается к миллиону.

Библиотека обеспечивает удобные механизмы поиска компонентов и вставки их в модели. Система может автоматически подобрать номинальные размеры вставляемой в модель детали в зависимости от места ее вставки в изделие, а также автоматически расставить однотипные библиотечные детали по массивам отверстий.

Кроме библиотеки готовых деталей, в Autodesk Inventor есть также библиотека их отдельных элементов – различной формы высечек, отверстий, выштамповок, выборок и т.д.

Завершается список библиотек в Inventor библиотекой покупных компонентов, в которой опубликованы модели различных комплектующих от ведущих мировых производителей.

Все три вида библиотек Autodesk Inventor можно легко пополнять часто используемыми именно на вашем производстве компонентами.

2. Ускорители проектирования

Применение ускорителей проектирования позволяет освободить руки и головы инженеров от рутинной работы и полностью посвятить их творчеству.

Механические калькуляторы, генераторы компонентов и Справочник инженера позволяют автоматизировать создание деталей и изделий на основе реальных функциональных параметров: скорости, мощности, свойств материала и т.п.

Набор ускорителей проектирования базируется на стандартных математических формулах и физических теориях, используемых в проектировании различных механических систем (рисунок 1.6). Генераторы компонентов дают возможность автоматически получать 3D модели типовых компонентов механизмов на основе заданных пользователем функциональных требований к ним.

Mosers Jg Pacier	🧉 🖬 🛒 🖉 🖉
Общее Выбор ноакти Микисовое расстаниее Требуетос передато-ное отношение 2,4783.бр. + Вилосена расстание Малтин Микисовое расстание	Stran rpodwise Stran rakcinera syfe 20.0000 rpsa • 0.0000 rpsa • 20 Bulido nodybruartera orbuzevise Transpoerranovski •
Просмотр	a
	Pergenerativ Pa 6,331 m 0 0 0,000 m 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 <tr< th=""></tr<>

Рисунок 1.6. Окно ускорителя проектирования

При проектировании деталей и изделий в качестве исходных могут задаваться такие параметры, как мощность, скорость, крутящий момент, свойства материала, рабочие температуры и условия смазки.

- В Inventor имеются генераторы компонентов для:
- резьбовых и зажимных соединений;
- валов и втулок;
- зубчатых, ременных, цепных и винтовых передач;
- уплотнительных колец;
- пружин;
- рам и каркасов;
- листовых деталей;
- пластмассовых деталей;
- трубопроводов и кабелей.
- 3. Генератор рам

Одной из самых распространенных задач в проектировании является разработка различных каркасов и конструкций из стандартных профилей (рисунок 1.7). Inventor содержит в себе для этого специализированный модуль.

Вставить				
Выбор профиля	Ориентация			
Стандарт	0 0	\odot	Ţ	
GOST	-	-	0,000 мм	÷.
Сенейство			↔	
ГОСТ 19425-74 - Двутавры стальные для специального наз 🔻	o 📀	0	0,000 MM	Þ
Размер			٤	
20Ca 💌			0,00 град	F
Материал	0 0	0		_
Сталь низкоуглеродистая 👻	 Настраиваемая 	точка		*/4
Цвет	Размещение			
🛇 В качестве материала 🔹	💊 💊] Слияние	
		ок	тиена	Применить

Рисунок 1.7. Окно выбора профиля генератора рам

Генератор рам автоматизирует разработку стальных каркасных конструкций с помощью набора специализированных инструментов и библиотеки стандартных профилей (рисунок 1.8).



Рисунок 1.8. Конструкция созданная в генераторе рам

Модуль обеспечивает расположение профилей на заданном каркасе, применение различных способов соединения профилей, нанесение сварных швов и т.п.

Каркасы могут быть нарисованы непосредственно в модуле, или в их качестве могут быть использованы обычные 2D или 3D эскизы, ребра трехмерных моделей или элементы вспомогательной геометрии.

4. Листовой материал

Модуль проектирования деталей из листового материала в Autodesk Inventor оснащен богатым специализированным инструментарием работы с листом, библиотекой стилей листов, автоматически строит развертку детали, поддерживает ее ассоциативную связь с деталью и следит за корректностью построений. В процессе моделирования можно временно разворачивать как всю модель, так и отдельные сгибы, для создания сложных элементов на согнутых поверхностях. Модуль позволяет отдельно работать как со свернутой моделью, так и с ее разверткой. При этом в дереве построения модели для этого отведены отдельные ветки. Модуль поддерживает не только обычный изгиб листового материала, но может работать и с некоторыми видами деформаций более чем по одной оси. Например, с обкаткой роликом, гнутыми профилями и т.п.

При создании чертежей можно автоматически получать чертежные виды свернутых деталей, их разверток и таблицы гибки.

Inventor позволяет сохранять контуры развертки в формат DXF для передачи на станки с ЧПУ. При этом можно автоматически создавать внутренние и внешние контуры обработки, управлять сортировкой контуров по слоям, переносить систему координат модели, включать аппроксимацию сплайнов и т.д.

5. Сварка

В Autodesk Inventor имеется отдельная среда для проектирования сварных конструкций, включающая в себя функционал предварительной обработки изделия, разделки кромок, нанесения различных видов сварных швов и завершающей машинной обработки сваренного изделия.

Модуль оснащен специализированными инструментами, которые обеспечивают наглядное представление сварных швов на трехмерной модели и на чертежах (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9. Сварная конструкция в Inventor

При этом созданные модели сварных швов автоматически последуют любым изменениям изделия.

6. Inventor iLogic

Технология Inventor iLogic радикально упрощает проектирование на основе правил и баз знаний для любого пользователя Inventor – даже если у него есть лишь минимальный опыт программирования. Эта технология позволяет внедрить в продукт интеллектуальную составляющую – правила и знания, которые затем будут автоматически управлять процессом проектирования и дальнейшего развития модели.

7. Автоматизация 3D моделирования трубопроводных систем

Создание трехмерных моделей трубопроводных систем в электронном макете изделия, с сохранением ассоциативности с моделью и поддержкой наборов правил построения – одна из широко распространенных задач в машиностроительном проектировании.

Но до сих пор многие предприятия вынуждены проектировать трубопроводы стандартными средствами 3D моделирования, или даже прокладывать маршруты трубопроводов на реальных физических прототипах изделий, а затем измерять и вносить в 3D модель. Это очень дорого, долго и ненадежно.

Если же у таких предприятий возникает необходимость изменить геометрию изделия, обновление модели трубопровода при этом часто потребует ненамного меньше времени, чем создание новой модели с нуля. А это благодатная почва для возникновения многочисленных ошибок, срыву сроков и снижению качества моделей.

Inventor Professional радикально упрощает и ускоряет решение подобных задач, с помощью встроенного в него специального функционала для проектирования трубопроводов. Он позволяет в кратчайшие сроки создавать сложные маршруты трубопроводов. Обеспечивая при этом их полную ассоциативность с окружающей геометрией изделия и соблюдение заданных пользователем правил построения. Можно создавать различные типы трубопроводов – гнутые трубы, гибкие шланги или прямые отрезки труб, соединенные фитингами (резьбовыми, фланцевыми, сварными).

В распоряжении конструктора есть обширная библиотека стандартных деталей трубопроводов, которую легко можно пополнить пользовательскими компонентами.

8. Автоматизация 3D моделирования кабелей и жгутов проводов

Модуль проектирования кабельных соединений в Inventor Professional обеспечивает наиболее простой и удобный способ совместной работы конструкторов механической и электрической части изделия (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10. Выполнение соединения кабелей и жгутов

Таблица соединений может быть задана как в самом Inventor Professional, так и импортирована в формате XML из специализированных электротехнических САПР, например, AutoCAD Electrical.

Модуль оснащен специализированными инструментами построения маршрутов и ассоциативной привязки их к окружающей геометрии. Поддерживаются и обычные жгуты проводов, и гибкие плоские шлейфы. Создаваемые в Inventor Professional 3D модели кабелей точно соответствуют реальным кабелям не только по длине, но и по диаметру жгута.

В итоге может быть получена не только таблица длин каждого проводника, но и диаметры жгутов проводов, спецификации, чертежи разверток кабелей и другие виды отчетов. Полученные данные также могут быть выгружены обратно в электротехническую САПР.

9. Анализ кинематики

Autodesk Inventor позволяет непосредственно в среде моделирования исследовать кинематические схемы проектируемых механизмов на уровне геометрических зависимостей между ними. При этом система способна отрабатывать не только сборочные зависимости, но и контакты деталей, моделировать различные виды реакции деталей на столкновения, ограничивать диапазоны смещений компонентов, анализировать пересечения деталей и рассчитывать масс-инерционные характеристики изделия в любом кинематическом состоянии.

Все это позволяет обнаружить и устранить множество нестыковок в модели еще до передачи ее в производство.

Приводить конструкцию в движение можно либо автоматически, задав перемещение или вращение приводного компонента, либо вручную – простым перетаскиванием компонентов мышью. Динамическая симуляция кинематики изделия

Inventor Professional также оснащен специальным модулем – динамическим симулятором кинематики. Он позволяет инженерам проводить с виртуальными прототипами исследования, приближенные к реальным полевым испытаниям. Благодаря ему виртуальное прототипирование поднялось на качественно новый уровень. Теперь при анализе кинематики рассчитывается полная физическая модель изделия, с учетом всевозможных сил, нагрузок, трения, упругости и т.д. При этом система автоматически распознает и конвертирует имеющиеся сборочные зависимости. Весь процесс расчета сопровождается специализированным инструментом Помощник Анализа, позволяющим работать с расчетами даже пользователям, не имевшим до этого соответствующего опыта. Задав с его помощью все граничные условия, установив управляющие силы (доступны как статические, так и динамические нагрузки и моменты), задав свойства материалов и среды, вы можете запустить симулятор и получить информацию о состоянии любой части механизма. Результаты анализа можно получить не только в виде 3D визуализации (в том числе анимированной), но и в виде автоматически генерируемых графиков, отчетов, выгрузки результатов в Excel.

В любой момент времени можно получить «моментальный снимок» действующих на модель сил и нагрузок, и передать их в модуль прочностного расчета.

10. Исследование поведения изделия под нагрузкой

Autodesk Inventor Professional оснащен модулем прочностного анализа методом конечных элементов. С помощью этого модуля пользователь может моделировать поведение детали или узла под нагрузкой, определять наличие деформаций, их степень и характер. Это позволяет не только находить «слабые места» конструкции, но и оптимизировать изделия – например, сэкономить материал, убрав его излишки в тех местах, где это не повлияет на прочностные характеристики.

С помощью модуля можно проводить следующие варианты анализа:

- анализ напряжений в детали;
- анализ деформаций;
- смещение компонентов;
- коэффициент безопасности;
- специализированные виды анализа для каркасных и листовых деталей.

Реализован инструмент параметрического поиска оптимального решения в заданном диапазоне изменения формы детали (рисунок 1.11).



Рисунок 1.11. Окно модуля расчета на прочность

С помощью модуля прочностного pacчета Autodesk Inventor Professional можно избежать или существенно снизить потребность в длительных и дорогостоящих испытаниях реальных прототипов деталей. Существенно снижается вероятность поломок изделия на этапе эксплуатации. Повышается экономичность производства. То есть, повышается качество разработки.

11. Разработка и анализ пресс-форм

В Autodesk Inventor Professional встроен специализированный модуль для автоматизации построения и анализа пресс-форм для литья из пластмасс под давлением(рисунок 1.12).



Рисунок 1.12. Окно модуля пресс-форм

Модуль оснащен библиотекой компонентов пресс-форм, рядом инструментов автоматизации их построения и исследования:

• создание пакета пресс-формы из библиотечных компонентов;

• автоматизация получения матриц и пуансонов, генерация оптимальной поверхности разделения;

• проектирование литников, знаков, систем охлаждения, толкателей и пр.;

• процедуры анализа Moldflow (проливаемость, коробление, спайки, режимы и др.);

• анализ кинематики пресс-формы.

12. Создание сборочных руководств и иллюстраций

Создание различных технических иллюстраций по изделию (рисунок 1.13), сборочных и производственных руководств, презентаций изделия, при кажущейся незначительности этой задачи, отнимает много времени, которого обычно и так очень мало у проектировщиков.



Рисунок 1.13. Пример инструкции сборки

С помощью Autodesk Inventor это можно делать быстро и просто с помощью специального модуля, обладающего удобными инструментами для создания:

- детальных руководств;
- инструкций сборки-разборки изделий, в том числе анимированных;
- разнесенных (разобранных) чертежей изделий.

13. Генератор форм

Специализированный модуль Autodesk Inventor – Генератор Форм, позволяет автоматически сгенерировать оптимальную форму детали, исходя из заданного пользователем набора закреплений, нагрузок и прочих граничных условий (рисунок 1.14).



Рисунок 1.14. Пример работы в генераторе форм

Можно использовать Генератор форм для исследования проектных возможностей на раннем этапе проектирования, и для оптимизации формы и веса уже спроектированных деталей.

Для начала работы с Генератором Форм пользователям необходимо определить основные граничные условия, нагрузки и граничные условия для детали или проекта, а Autodesk Inventor сам разработает форму детали, оптимальную по соотношению прочности к массе.

Инструменты создания форм позволяют выполнять следующие операции:

• применять нагрузки и зависимости, которые отражают реальные условия использования продукта;

• управлять выбором места и способа оптимизации геометрии, чтобы сохранять минимальную толщину материала. Указывать так называемые зоны запрета и зоны сохранения симметричности.

• использовать созданные формы в качестве ссылочной геометрии в среде проектирования.

Практика 1. Способы оптимизации проектирования в САПР.

Оптимизацию работы в САПР рассмотрим на примере работы Генератора форм в AutodeskInventor.

В этом учебном материале рассматривается настройка и запуск генератора Форм на примере захватной руки робота (рисунок 1.1). Наша цель – уменьшить массу детали на 50 %, при этом коэффициент запаса прочности должен составить не менее 1,50.



Рисунок 1.1. Деталь для оптимизации топологии

1. Щелкните "Генератор форм" на ленте, чтобы открыть среду генератора форм (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2. Генератор форм

2. Если появится диалоговое окно с пояснениями к среде генератора Форм, закройте его, нажав кнопку "ОК". Если вы не хотите видеть это сообщение в будущем, выберите соответствующую настройку. Создается новое исследование, и на ленте появляются команды среды генератора Форм.

3. Щелкните "Назначить материал" на ленте (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3. Генератор форм

4. Для создания захватной руки используется «сталь». В диалоговом окне «Назначить Материалы» щелкните раскрывающийся список "Переопределить материал" и выберите "Сталь, легированная" Нажмите кнопку "ОК" (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4. Генератор форм

5. Щелкните «Опора» (рисунок 1.5) на ленте и примените эту настройку к поверхностям обоих отверстий для болтов. Убедитесь, что данная зависимость наложена и на радиальное, и на осевое направление. Мы наложили на захватную руку зависимости и тем самым ограничили движение жесткого тела (рисунок 1.6). Теперь нужно применить к захватной поверхности нагрузку 500 Н.





Рисунок 1.6. Генератор форм

6. Щелкните Сила на ленте (рисунок 1.7). Выберите захватную поверхность и задайте значение 500 Н. Убедитесь, что вектор нагрузки направлен к поверхности детали Генератор Форм автоматически сохраняет поверхности нагрузки и ограничения (рисунок 1.8).



Рисунок 1.7. Генератор форм



Рисунок 1.8. Генератор форм

Теперь нужно сохранить области материала вокруг отверстий для болтов.

7. Щелкните «Сохранить область» на ленте (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9. Генератор форм

8. Выберите поверхность отверстия для 'большего болта и укажите радиус 8 мм. Нажмите кнопку «Применить» (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10. Генератор форм

9. Выберите поверхность отверстия для меньшего болта и укажите радиус 5 мм и нажмите кнопку «ОК» (рисунок 1.11).



Рисунок 1.11. Генератор форм

Теперь создадим плоскость симметрии сквозь захватную руку.



10. Щелкните на ленте «Плоскость симметрии» (рисунок 1.12).

Рисунок 1.12. Генератор форм

11. В диалоговом окне «Плоскость симметрии» необходимо включить третью активную плоскость, а первую активную – отключить. Таким образом в центре ограничивающей рамки детали на глобальной плоскости ХZсоздается плоскость симметрии, нажмите кнопку «ОК» (рисунок 1.13).



Рисунок 1.13. Генератор форм

12. Выберите «Параметры генератора форм» на ленте. В этом окне можно задать значение в процентах, на которое будет уменьшена исходная масса, и разрешение сети. (рисунок 1.14).



Рисунок 1.14. Генератор форм

13. В диалоговом окне Параметры генератора Форм задайте параметру Уменьшение массы значение 50 %. Исходная масса захватной руки составляет 0.297 фунта. При сокращении массы на 50 % Целевая масса итоговой детали составит 0,148 фунта (рисунок 1.15).

Совет Единицы измерения массы по документации можно изменить в окне "Параметры процесса моделирования"(Сервис"> "Параметры" > "Параметры процесса моделирования".

Добавьте зависимость "Минимальный размер элемента" и установите значение12.7 мм. Перетащите регулятор "Разрешение сети" вправо, чтобы получить значение, равное 1,5%, и нажмите кнопку "ОК". Чем точнее сеть, что более сглаженными качественным будет итоговое решение. Обратите внимание, что чем меньше разрешение сети, чем дольше будет выполняться обработка модели.



Рисунок 1.15. Генератор форм

14. Щелкните "Создать форму" на ленте. В появившемся окне нажмите кнопку "Выполнить" (рисунок 1.16).



Рисунок 1.16. Генератор форм

15. По завершении обработки проверьте полученную форму. Обратите внимание на области, в которых был удален материал. Области рядом с отверстиями для болтов и поверхностью нагрузки были сохранены, как и предполагалось. Кроме того, обратите внимание на высокую концентрацию материала на внешних границах детали, что способствует сопротивлению изгибающему моменту, вызванному нагрузкой (рисунок 1.17).



Рисунок 1.17. Генератор форм

16. Теперь, когда у нас есть концептуальная Форма, мы можем вернуться к среде моделирования и выполнить детальное проектирование. Щелкните "Повысить уровень формы" на ленте (рисунок 1.18).



Рисунок 1.18. Генератор форм

17. В диалоговом окне "Повысить уровень Формы" выберите "Текущий файл детали" и нажмите кнопку "ОК". Созданная форма будет 'сохранена в существующей модели. При появлении уведомления том, что уровень проекта повышен, нажмите кнопку "ОК" (рисунок 1.19).



Рисунок 1.19. Генератор форм





Рисунок 1.20. Генератор форм

19. Используя команды на панели "Создать", нанесите эскизные элементы на области захватной руки, которые нужно удалить. Убедитесь, что все контуры эскизных элементов замкнуты. Руководствуйтесь, очертаниями созданной формы. Нажмите "Принять эскиз", чтобы вернуться в пространство 3D-модели (рисунок 1.21).



Рисунок 1.21. Генератор форм

20. Щелкните "Выдавливание" и выберите области с нанесенными эскизами. Перетащите стрелку сквозь захватную руку. Нажмите кнопку "ОК" (или щелкните зеленый флажок, чтобы завершить операцию, выдавливания. Выдавленный материал удаляется из детали (рисунок 1.22).



Рисунок 1.22. Генератор форм

21. Щелкните "Анализ напряжений" на ленте. Обратите внимание, что исходные нагрузки и граничные условия, заданные в среде генератора Форм, сохранены (рисунок 1.23).



Рисунок 1.23. Анализ напряжений

22. Щелкните правой кнопкой мыши узел «Плоскость симметрии: 1» в обозревателе и выберите «Подавить». Щелкните правой кнопкой мыши узел «Генератор форм: 1» в обозревателе и выберите "Копировать исследование". Щелкните правой кнопкой мыши узел «Генератор форм: 2» в обозревателе и выберите «Редактировать свойства исследования». Выберите «Статический анализ" в качестве типа исследования и нажмите кнопку «ОК» (рисунок 1.24, 1.25, 1.26).



Рисунок 1.24. Анализ напряжений



Рисунок 1.25. Анализ напряжений



Рисунок 1.26. Анализ напряжений



Рисунок 1.27. Анализ напряжений

24. По завершении анализа напряжений выберите график "Без деформации" в меню. "Отображение". Дважды щелкните узел Коэффициент запаса

прочности" в обозревателе. Минимальный коэффициент надежности – 1,51, он превышает коэффициент, предусмотренный проектными требованиями (1,50) (рисунок 1.28).



Рисунок 1.28. Анализ напряжений

Лекция 2. Общие сведения о прикладных библиотеках и приложениях визуализации

Современный рынок требует не только высококачественного изготовления изделий, но и наглядного и реалистичного представления их на этапах концепта или проектирования. Это может относиться, как к отдельным деталям, так и внутренним или наружным интерьерам зданий и сооружений. В настоящее время на рынке ПО присутствует огромное количество решений для визуализации изделий проектирования. Эти программные решения являются, как самостоятельными (Keyblhot, Blender, Maya, 3Dsmax и др.) так и встроенными приложениями в САПР (ArtisanRendering, InventorStudio, SolidworksVisualizeи др.).

Возможность сохранения в различных форматах, позволяет использовать различные модели, выполненные в разных САПР или программах 3Dмоделирования. Рассмотрим основное ПО.

Artisan Rendering

Artisan Rendering, система фотореалистичного рендеринга для Компас 3D. Как будет выглядеть изделие или сооружение, проектирование которого еще не завершено? Узнать это не только интересно — это еще и крайне полезно как для самого процесса проектирования, та и для бизнеса компании в целом. Не дожидаясь создания опытного образца или окончания строительства, можно оценить его внешний вид, эффектно продемонстрировать проект заказчику, разместить изображения в каталогах и на сайтах (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1. Пример фотореалистичной визуализации конструкции, выполненной в приложение «Artisan Rendering»

Artisan Rendering – это инструмент создания высококачественных фотореалистичных изображений изделий и зданий, спроектированных в Компас 3D. С помощью приложения вы можете комбинировать материалы и освещение, фон и сцену, и буквально в несколько кликов пройти путь от трехмерной модели до высококачественного изображения.

Artisan Rendering разработан специально для ACKOH английской компанией Pictorex Limited, одним из ведущих мировых поставщиков решений по визуализации для разработчиков CAD/CAM/CAE систем.

Система использует комбинацию аппаратного OpenGL рендеринга для быстрого просмотра изображения наряду с мощным, использующим центральный процессор, рендерингом для трассировки лучей в изображениях высокого качества и для глобального освещения изображения.

Artisan Rendering поставляется с большой базой материалов, источниками освещения, фонами. Вы сможете сразу же приступать к работе, создавая великолепные изображения проектируемого изделия или сооружения задолго до его выпуска в жизнь или строительства.

Inventorstudio

Непосредственно в рабочей среде Autodesk Inventor можно создавать фотореалистичные изображения и анимационные ролики изделий (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2. Пример фотореалистичного изображения

Эти возможности реализует модуль Autodesk Inventor Studio. Богатый функционал модуля, в сочетании с простым и интуитивно понятным интерфейсом, значительно сокращают затраты времени на подготовку презентаций.

При этом не нужно конвертировать модели во внешние приложения визуализации, что существенно экономит время и нервы инженеров. Все операции производятся непосредственно в среде Inventor.

Модуль предоставляет возможности для:

построения фотореалистичных изображений, с учетом визуальных свойств материалов (цвета, текстуры, отражения, преломления), различных схем освещения и свойств окружения;

создания камер для «съемки» изделия с разных ракурсов;

анимаций деталей и узлов (позиция, ориентация, видимость);

камер (позиция и свойства);

источников света (позиция и свойства);

сборочных зависимостей;

модельных и пользовательских параметров.

При необходимости, для визуализации моделей Inventor можно воспользоваться и более мощными специализированными системами, например, Autodesk 3D Studio Max или Autodesk Showcase, напрямую поддерживают открытие файлов из Inventor.

Solidworks Visualize

SOLIDWORKS Visualize позволяет легко и быстро создавать профессиональные фотореалистичные изображения, анимации и другой 3D-контент, благодаря чему проектировщики, инженеры и разработчики контента могут принимать эффективные решения при работе с проектами. Пользователи могут проектировать и эффектно демонстрировать изделия, превращая фантазию в реальность и используя SolidWorks Visualize как "камеру" для данных САПР (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3. Фотореалистичные изображение в SOLIDWORKS Visualize

SOLIDWORKS Visualize помогает организациям и пользователям, не имеющим технического образования, работать с трехмерными данными САПР и создавать фотореалистичные маркетинговые материалы, которые можно напечатать или разместить в Интернете. SOLIDWORKS Visualize предоставляет графический контент – от статических изображений до анимации, интерактивного веб-содержимого и иммерсивной виртуальной реальности, – который отражает фактические характеристики изделия и выводит процесс проектирования на новый уровень.

SOLIDWORKS Visualize позволяет улучшать концепты на всех этапах проектирования, разработки и маркетинга. Благодаря этому пользователи могут выбирать, проверять, улучшать и продавать самые лучшие и полные дизайн-концепции до запуска дорогостоящих процессов разработки и создания прототипов. Таким образом, сокращается количество ошибок, и изделия выводятся на рынок быстрее, чем когда-либо.

Creo Render Studio Extension

Модуль Creo Render Studio полностьюинтегрировансприложением Creo Parametric,

так что вы можете переключаться между режимами рендеринга и моделирования без запуска внешнего приложения для отрисовки. Любые инженерные изменения, вносимые в CREO Parametric, автоматически видны в режиме рендеринга. Работа в режиме реального времени. Просмотр результатов изменений сразу после их внесения.

Модуль Creo Render Studio Extension с ядром KeyShot от Luxion позволяет легко подготовить фотореалистичные изображения.

Преимущества:

Ход лучей в реальном времени

Применение существующих сцен и образов длявашей конструкции: освещение, HDRI-карты, текстуры. Создайте снимок экрана или выводите полное изображение, полученное после рендеринга.

• Расчет хода лучей обновляется в режиме реальноговремени при отрисовке изображения.

• Сцены с картами HDRI и освещением.

- Широкие библиотеки образов видстандартных пластмасс, металлов, красок и т. д.
- Интерактивное назначение материалов.
- Контроль камер.

- Опция экспорта для обмена данными савтономным приложением KeyShot.
- Сохранение изображений в стандартныхформатах: JPEG, TIF, PNG.
- Интерактивная обработка хода лучей.

KeyShot

KeyShot - это автономное приложение 3D-рендеринга и анимации, которое работает бок приложением 3D-моделирования. 0 бок с для импорт KeyShot поддерживает самое большое количество форматов 3D-файлов из любого программного обеспечения для рендеринга. С импортерами для более чем 20+ типов файлов и версий вы можете быть уверены, что ваши 3D-данные будут точно импортированы в KeyShot. Прямой импорт основных 3D-приложений CAD и общих форматов 3D-файлов включен в экспорт .obj, доступный в KeyShot Pro. Плагины расширяют функциональность между KeyShot приложением 3D-И моделирования. В зависимости от приложения этот более высокий уровень интеграции позволяет импортировать всю геометрию вместе со своей структурой, назначением цветов и просмотрами камер и экспортировать файлы KeyShot без установки KeyShot. Плагины также позволяют технологии LiveLinking устанавливать связь между программным обеспечением 3D-моделирования и KeyShot. Это позволяет разделить программное обеспечение, позволяющее продолжить работу и уточнить вашу модель, а затем отправить все изменения на KeyShot одним нажатием кнопки. Все без потери какихлибо взглядов, материалов, текстур или анимации, уже примененных.

3D Studio Max

3D Studio Max – это профессиональный программный пакет, созданный компанией Autodesk, для полноценной работы с 3D-графикой, содержащий мощный инструментарий не только для непосредственного трехмерного моделирования, но и для создания качественной анимации. В стандартный пакет также входит подсистема визуализации, позволяющая добиться довольно реалистичных эффектов. Для достижения более фотореалистичных рендеров вы без труда можете воспользоваться более мощными визуализаторами, разработанными специально для 3D Studio Max.

Для начала коснемся наиболее распространенных и доступных возможностей, предлагаемых разработчиками 3D Мах, для создания собственной трехмерной модели.

Как уже говорилось, в 3D Мах имеется обширная библиотека трехмерных объектов сюда входят как стандартные, так и расширенные примитивы. Построение простых геометрических форм занимает считанные секунды - необходимо лишь выбрать нужную модель и ввести необходимые параметры (такие как длина, высота, радиус и т.д.) Имеются инструменты для работы со сплайнами (моделирование на основе сплайнов), создание и редактирование которых не составит особого труда благодаря дружественному интерфейсу программы. Невероятно удобной покажется вам работа с командами для полигонального моделирования, а также с инструментами для создания поверхностей Безье. Возможность редактирования сетчатых поверхностей на разных уровнях (будь то вершины, сегменты и т.д.) облегчает работу со сложными поверхностями и позволяет добиться максимальной наглядности в их представлении. Большое количество модификаторов с легко настраиваемыми параметрами для работы с геометрией модели помогут воплотить в реальность самые смелые идеи.

В 3D Мах для создания и настройки свойств материалов служит простой в применении универсальный модуль - редактор материалов. Создание стеклянных или зеркальных поверхностей займет считанные секунды. Сходство с объектами реального мира достигается в процессе визуализации. Есть возможность использовать как встроенный в 3D Studio Max визуализатор, так и сторонние визуализаторы, созданные независимыми разработчиками (например V-Ray). Хочется еще раз отметить очень удачный дружественный интерфейс программы – на рабочую панель вынесены минимальное количество необходимых при работе интуитивно понятных кнопок, для

работы с которыми можно пользоваться как привычной для нас мышью, так и графическим планшетом. От релиза к релизу совершенствуются функциональные возможности программы, позволяющие все с меньшими затратами времени и сил, но с большим качеством воплощать в жизнь самые смелые идеи. Расширяются стандартные библиотеки. Появление новых специализированных функций моделирования делает работу в 3D Мах более эффективной (функции полигонального моделирования, операции для создания сложных объектов, точные средства двумерного моделирования, большое количество модификаторов для работы с геометрией модели, широкие возможности творческой работы с текстурами). Большое внимание уделяется развитию инструментария для создания анимации. Анимация по ключевым кадрам, процедурная анимация, ограниченная анимация – это неполный список всех возможных вариантов заставить объекты двигаться. Имеются возможности управления скелетной деформацией, создания быстрой анимации двуногих существ, управления физическими силами, действующими на персонажей. А чего стоит возможность создания поведенческой модели толпы для анимации сразу сотен объектов! Можно с уверенностью сказать, что последние версии программы 3D Studio Max содержат абсолютно все необходимые для работы модификаторы. Это группы модификаторов выбора, сеток, полигонов, оптимизации поверхности и многие другие. А если учесть, что применение каждого модификатора подразумевает установку некоторого числа пользовательских параметров, становится ясно, что работа в 3D Studio Max сравнима с творчеством и открывает перед пользователем неограниченное число возможностей для реализации его задумок. 3D Studio Max содержит модули для работы с различными системами частиц, будь то снег или брызги. В основу управления их характеристиками и динамикой положены реальные физические законы. Сама же среда 3D Studio Мах позволяет не только моделировать персонажей, но и создавать весьма реалистичные предметы одежды. Причем кроме создания и дизайна одежды, специальные встроенные модули позволяют анимировать любые объекты одежды, создавая при этом требуемые визуальные эффекты (создание складок и деформаций на сгибах, эффект мокрой или липкой одежды, различные механические повреждения). Также программа имеет модификаторы для имитации волосяного и мехового покрова. Возможности создания эффектов стрижки и причесывания, движения в соответствии с заданными параметрами жесткости, влажности и т.д., а каждую сцену при анимации могут сопровождать звуковые эффекты. Причем программа поддерживает различные звуковые форматы. И естественно, нельзя не упомянуть о средствах достижения высокого качества получаемого изображения. Сюда можно отнести уже упоминаемый выше метод трассировки лучей, позволяющий создавать реалистичное отражение и преломление света. Возможности создания атмосферных эффектов (туман, огонь), эффекты естественного освещения и возможности передачи фотореалистичного освещения.

Blender

Blender — профессиональное свободное и открытое программное обеспечение для создания трёхмерной компьютерной графики, включающее в себя средства моделирования, скульптинга, анимации, симуляции, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов» (Node Compositing), а также создания 2D-анимаций. В настоящее время пользуется большой популярностью среди бесплатных 3D-редакторов в связи с его быстрым стабильным развитием и технической поддержкой.

Характерной особенностью пакета Blender является его небольшой размер по сравнению с другими популярными пакетами для 3D-моделирования. Документация в поставку не входит, но доступна онлайн. Демонстрационные сцены можно скачать на официальном сайте или на сайте открытых проектов «Blender Cloud».

Функции:

• Поддержка разнообразных геометрических примитивов, включая полигональные модели, систему быстрого моделирования в режиме subdivision surface (SubSurf), кривые Безье, поверхности NURBS, metaballs (метасферы), скульптурное моделирование и векторные шрифты.

• Универсальные встроенные механизмы рендеринга и интеграция с внешними рендерерами YafRay, LuxRender и многими другими.

• Инструменты анимации, среди которых инверсная кинематика, скелетная анимация и сеточная деформация, анимация по ключевым кадрам, нелинейная анимация, редактирование весовых коэффициентов вершин, ограничители.

• Динамика мягких тел (включая определение коллизий объектов при взаимодействии), динамика твёрдых тел на основе физического движка Bullet.

• Система частиц, включающая в себя систему волос на основе частиц.

• Модификаторы для применения неразрушающих эффектов.

• Язык программирования Python используется как средство определения интерфейса, создания инструментов и прототипов, системы логики в играх, как средство импорта/экспорта файлов (например, COLLADA), автоматизации задач.

- Базовые функции нелинейного видео и аудио монтажа.
- Композитинг видео, работа с хромакеем.
- Трекинг камеры и объектов.
- Real-time контроль во время физической симуляции и рендеринга.

• Процедурное и node-based текстурирование, а также возможность рисовать текстуру прямо на модели.

• Grease Pencil – инструмент для 2D-анимации в полном 3D-пайплайне.

• Blender Game Engine[en] — подпроект Blender, предоставляющий интерактивные функции, такие как определение коллизий, движок динамики и программируемая логика. Также он позволяет создавать отдельные real-time-приложения начиная от архитектурной визуализации до видео игр.

AutodeskMaya

AutodeskMaya – редактортрёхмернойграфики, доступныйнаWindows, macOSuLinux. Мауа обладает широкой функциональностью 3D-анимации, моделирования и визуализации. Программу используют для создания анимации, сред, графики движения, виртуальной реальности и персонажей. Широко применяется в кинематографии, телевидении и игровой индустрии. Изначально разработан AliasSystemsCorporation, а затем выкуплен и поддерживается в настоящее время Autodesk, Inc.

Важная особенность Maya – её открытость для сторонних разработчиков, которые могут преобразовать её в версию, оптимальную для каждой студий, предпочитающей писать код, специфичный для своих нужд. Даже невзирая на присущую Maya мощь и гибкость, эта особенность достаточна для того, чтобы повлиять на выбор пользователя.

В Мауа встроен мощный интерпретируемый платформенно-независимый язык: Мауа Embedded Language (MEL), очень похожий на Tcl и C. Это не просто скриптовый язык, – это средство и способ настроить и доработать основную функциональность Мауа (большая часть окружения Мауа и сопутствующих инструментов написана на MEL). В частности, пользователь может записать свои действия как скрипт на MEL, из которого можно быстро сделать удобный макрос. Так аниматоры могут дополнять Мауа созданной ими функциональностью даже не владея языком MEL, оставляя при необходимости такую возможность. Для написания внешних расширений на языке C++ имеется подробно документированный C++ API. (Собственно внешние расширения Мауа можно писать на любом компилируемом языке программирования, но наиболее удобен для этого именно C++.) Также для разработчиков теперь имеется возможность написания дополнений на

языке Python. Язык MEL не привязан к платформе, поэтому код, написанный на нём, будет исполняться в любой операционной системе, в которой работает Maya.

Файлы проектов, включая все данные о геометрии и анимации, сохраняются как последовательности операций MEL. Эти файлы могут быть сохранены в текстовом файле (.ma — Maya ASCII), который может быть отредактирован в любом текстовом редакторе. Это обеспечивает непревзойдённый уровень гибкости при работе с внешними инструментами. (Похожие продукты Autodesk 3ds Max)

Практика 2. Реалистичная визуализация цифровых прототипов горных выработок и горного оборудования.

Визуализацию горных выработок и горного оборудования выполнимв программе KeyShot.Модель выработки и модель Электровоза выполнена в программе Компас 3D. Сохраним модель в формате parasolid.x_t. Выполним импорт моделей (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1. Рабочее пространство Keyshot

Для реалистичной визуализации объектов необходимо добавить материалы всех элементов. Библиотека материалов находится показана на рисунке 2.1 под номером 1. Под номером 2 на рисунке 2.1, показано дерево модели, в которой обозначены все элементы, входящие в модель.

Материал выбирается путем перетягивания его на советующий элемент (рисунок 2.2).Во вкладке материалы на панели Сцена, возможно изменение текстуры материала, шероховатости, цвета и др.


Рисунок 2.2. Рабочее пространство Keyshot

Перед выбором среды, необходимо сделать источник света. Для этого создадим сферу и придадим ему материал Свет лампы. Для этого переходим во вкладку Изменить — Добавить геометрию—Сфера (рисунок 2.3).

KeyShot 9.0 Pro - untitled.bip - 64 bit

Файл Изменить Среда Освещение Камера Изображение Визуализация Вид Окно Справка

За Рабоч	Отменить Вернуть	Ctrl+Y	и льности	ن GPU	Денойз	С Перевернуть	Ж Прокрутка	🜲 Наезд	Бранка Балана Б Балана Балана Б Балана Балана Б Балана	(Доб ка
Библис	Добавить геометрию	+	Добав	ить о	сновную і	плоскость	Ctrl+G	1		
0	Очистить геометрию		Куб				Ctrl+1			
Мат	Задать единицы для сцены	•	Цилин	цр			Ctrl+2			
0	Параметры		Диск				Ctrl+3			
~			Диск о	ткры	тый		Ctrl+4			
- Загрузки			Плоскость С			Ctrl+5				
- Environments			Закругленный куб			Ctrl+6				
Outdoor			Закругленный цилиндр				Ctrl+7			
+ Studio		Сфера				Ctrl+8				
			Тор				Ctrl+9			
										2

Рисунок 2.3. Добавление сферы

Создадим Сферу и перетащим ее в положении над электровозом и придадим материал Flatmoon 980 (рисунок 2.4). Скопируем сферу с такими же параметрами материала. Также добавим источник света в лампу электровоза (рисунок 2.5).

KeyShot 9.0 Pro - untitled.bip - 64 bit





Рисунок 2.5. Добавление света

Настройка среды является важным элементом визуализации, так как она определяет освещенность объекта (рисунок 2.6). Программа позволяет несколько типов среды, также есть возможность собственного создания. Выберем абсолютно черную.



Результат добавления абсолютно черной среды представлен на рисунке 2.7.



Рисунок 2.7. Настройка среды

Далее необходимо перейти во вкладку Визуализация (рисунок 2.8) и провести необходимые настройки по месту сохранения изображения, формату и разрешению (рисунок 2.9).



Рисунок 2.9. Настройка параметров визуализации

Результат визуализации представлен на рисунке 2.10.



Рисунок 2.10. Результат визуализации

Практика З.Анимация цифровых прототипов

Перед выполнением процедуры создания анимации:

о Откройте файл сборки Autodesk Inventor.

• Задайте положения компонентов, с которых требуется начать анимацию. В некоторых случаях необходимо подавить зависимости. Аналогичные действия можно выполнить после открытия среды Studio. Они выполняются в состоянии "Модель".

 Поверните или переместите вид в положение, с которого требуется начать анимацию.

о Переключитесь в среду Inventor Studio. Выберите на ленте вкладку "Среды" панель "Начать" Inventor Studio (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1. Inventor Studio

• Активируйте анимацию. В браузере разверните элемент "Анимации" и дважды щелкните значок "Анимация1" или значок любой другой указанной анимации. Для запуска новой анимации щелкните правой кнопкой мыши элемент "Анимации", а затем выберите "Создать анимацию" (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2. Окно анимации

Или откройте окно "Временная шкала анимации". Будет активирована последняя анимация.

Когда анимация активирована, становятся доступными команды анимации, и отображается окно "Временная шкала анимации".

Создание анимации

1. В диалоговом окне "Временная шкала анимации" переместите указатель в положение, которое соответствует времени завершения первого действия.

2. В браузере щелкните правой кнопкой мыши зависимость, которую требуется анимировать, а затем выберите "Анимация зависимостей".

3. В диалоговом окне "Анимация зависимостей" введите значение, чтобы определить действие для указанного времени, а затем нажмите кнопку "ОК".

4. В графической области положение компонента изменено. В браузере зависимости, которые анимируются, автоматически сохраняются в папку "Избранные анимации" для дальнейшего использования.

5. В любом из диалоговых окон анимации на вкладке "Ускорение" установите скорость или выберите постоянную скорость, чтобы она сохранялась на протяжении всей анимации.

6. В любой момент можно переместить указатель на временной шкале для просмотра анимации.

7. Повторите шаги для анимации другой зависимости.

8. Чтобы создать камеру для анимации, задайте для вида такое положение, с которого требуется запустить камеру. В этом положении щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Создать камеру из вида".

9. Можно создавать любое число камер.

10. Для анимации камеры раскройте в браузере элемент "Камеры", щелкните правой кнопкой мыши необходимую камеру и выберите "Анимация камеры".

11. На временной шкале в списке камер выберите активную камеру анимации.

12. В графической области измените вид, указав следующее положение для камеры, а на временной шкале щелкните значок "Добавление операции камеры".

13. В окне временной шкалы выберите команду "Развернуть редактор операций" для просмотра панели действий для каждого отдельного действия анимации и дерева браузера всех элементов, представленных на панелях действий.

14. Для изменения начального и конечного положения перетащите указатели начала и конца операции в панели действий.

15. Для изменения положения действия в строке щелкните и перетащите среднюю часть панели. Продолжительность не изменяется. Дважды щелкните обозначение действия, чтобы отобразилось диалоговое окно действия, в котором можно будет выполнить редактирование.

16. Если все изменения в настройке анимации выполнены, выберите команду "Свернуть редактор операций", а затем команду "Перейти в начало". Выберите команду "Воспроизведение анимации" для просмотра анимации с измененным начальным временем.

17. Если необходимо, можно снова изменить панель действий.

18. При установке текущего времени в конец анимации начните следующую последовательность действий, повторяя шаги для определения действия.

19. По завершении выберите команду "Перейти в начало" и воспроизведите анимацию. Для выполнения последних настроек можно использовать "Редактор операций".

20. Анимация автоматически сохраняется в папку "Анимации" браузера. Можно сохранить несколько анимаций для одной сборки.

21. Используйте инструмент "Визуализация анимации" для создания файла в формате .avi. Можно выполнить визуализацию исходной анимации или использовать команды стилей для ее усовершенствования. Для получения дополнительных сведений об использовании команд "Стили освещения" и "Стили сцены" см. раздел Создание визуализированного изображения.

Процессы для команд анимации

Выбор нескольких зависимостей

Имеются две команды выбора зависимостей, позволяющие быстро выбрать зависимости для добавления в папку избранной анимации или для одновременного подавления. Этими командами являются "Выбрать верхние зависимости" и "Выбрать все зависимости". Для того, чтобы воспользоваться какой-либо из этих команд, выполните следующие действия:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по узлу компонента в браузере сцены и выберите соответствующую команду.

2. Выбрав одну или несколько зависимостей, щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Подавить".

3. Или можно щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать команду "Добавить в избранное". При этом все выбранные зависимости одновременно помещаются в папку избранного анимации.

Временная шкала анимации

Управление временем выполнения всех действий анимации и воспроизведением анимации.

1. Переместите указатель временной шкалы в положение выполнения действия.

2. В графической области определите действие анимации с помощью различных команд Studio.

3. Для нескольких действий в анимации выполняйте шаги 1 и 2, пока анимация не будет отображаться нужным образом.

4. Нажмите кнопку "Развернуть редактор операций" для просмотра панели действий для каждого отдельного действия анимации. Браузер временной шкалы содержит дерево со всеми элементами, представленными на панели действий. Индикатор текущего времени является самым верхним элементом. Можно перетащить его в новое положение, и анимация будет обновлена соответственно. Чтобы изменить время начала действия, выделите панель действий и перетащите маркер начала или окончания в соответствующую точку шкалы времени. Положение указателя не совпадет с индикатором текущего времени.

5. Можно скопировать и вставить действия той же строки или строки того же типа во временную шкалу, но на другом отрезке времени. Действия вставляются друг за другом. Перетащите панель действия для создания интервалов между действиями.

6. Если все изменения в настройке анимации выполнены, выберите команду "Свернуть редактор операций", а затем команду "Перейти в начало". Выберите команду "Воспроизведение анимации" для просмотра анимации с измененным начальным временем.

Если необходимо, можно снова изменить панель действий.

Совет: Окно "Временная шкала анимации" является псевдо-фиксированным по отношению к окну приложения Inventor. При перемещении одного из окон другое остается на месте. Для перемещения окна временной шкалы анимации в пределах окна приложения дважды щелкните правой кнопкой мыши строку заголовка окна.

Анимация компонентов

Анимация положения одного или нескольких компонентов. Перед использованием функции анимации компонентов рекомендуется проанализировать зависимости сборки, которые могут препятствовать перемещению компонента. Эти же самые зависимости с большой долей вероятности будут препятствовать перемещению компонентов, задаваемому с помощью команды "Анимация компонентов". В подобных случаях такие зависимости следует подавить прежде, чем выполнять анимацию компонентов. Подавление зависимостей можно реализовать как действие анимации.

1. Если временная шкала анимации не отображается, на вкладке "Изображение" на панели "Анимация" нажмите "Временная шкала анимации".

2. В диалоговом окне "Временная шкала анимации" переместите указатель в положение, которое соответствует времени завершения первого действия.

3. В браузере или графической области выберите компоненты для анимации.

4. Выберите на ленте вкладку "Визуализация" — панель "Анимация" — Компоненты.

5. В диалоговом окне "Анимация компонентов" нажмите кнопку триады, чтобы определить направление трансформации. В диалоговом окне "3D перемещение/поворот" можно задать числовые значения трансформации или приблизительно перетащить компонент на необходимое расстояние или повернуть его.

Прим.: Для перемещения компонента на определенное расстояние используйте наконечник стрелки, для поворота используйте стержень стрелки.

6. На вкладке "Ускорение" установите скорость или выберите постоянную скорость, чтобы она сохранялась на протяжении всей анимации.

7. Нажмите кнопку "ОК". Создается действие на основе предыдущего.

8. При необходимости выполните визуализацию анимации, указав стили освещения и сцены, а также камеру.

Прим.: при необходимости в среде сборки отключите видимость исключенных компонентов параметрической сборки, чтобы они оставались невидимыми при тонировании в Inventor Studio.

Быстрый альтернативный способ:

1. Переместите указатель на временной шкале.

2. Дважды щелкните по компоненту в браузере, чтобы восстановить параметры команды анимации компонента по умолчанию после предыдущего действия.

3. Для команды "3D перемещение/поворот" задайте анимацию трансформации или анимацию поворота.

Создается действие на основе предыдущего.

Прим.:

• Используйте инструмент "Анимация компонентов" для сохранения поворотного круга модели, где модель вращается перед неподвижной камерой. Необходимо разместить сборку верхнего уровня в упаковочной сборке, чтобы можно было выполнить его анимацию в Studio.

• Используйте инструмент "Анимация камеры" для сохранения эффекта поворотного круга как функции камеры, при котором камера вращается вокруг неподвижной модели.

Анимация прозрачности компонента

Управление видимостью компонента в определенных временных координатах. Прозрачность компонента может возникать одновременно с другими действиями.

1. В диалоговом окне "Временная шкала анимации" переместите указатель в положение, которое соответствует времени завершения действия прозрачности компонента.

2. Выберите на ленте вкладку "Визуализация" панель "Анимация" Затухание.

3. В диалоговом окне "Анимация прозрачности компонента" текущее значение используется для начала анимации. Необходимо задать конечное значение и определить время.

4. Если для фона установлены проявление и исчезновение непрозрачности, шкала фона отражает настройки прозрачности. Чем темнее шкала, тем более прозрачным будет объект.

5. Нажмите кнопку "ОК".

Анимация зависимостей

Анимация линейных или угловых значений для одной или нескольких зависимостей.

1. Если временная шкала анимации не отображается, на вкладке "Изображение" на панели "Анимация" нажмите "Временная шкала анимации".

2. В диалоговом окне "Временная шкала анимации" переместите указатель в положение, которое соответствует времени завершения первого действия.

3. В браузере щелкните правой кнопкой мыши зависимость, которую требуется анимировать, а затем выберите "Анимация зависимостей". Зависимости, которые уже были анимированы, хранятся в папке "Избранные анимации".

4. В диалоговом окне "Анимация зависимостей" введите значение для конца действия.

5. На вкладке "Ускорение" установите скорость или выберите постоянную скорость, чтобы она сохранялась на протяжении всей анимации.

6.

7. Нажмите кнопку "ОК".

8. При необходимости выполните визуализацию анимации, указав стили освещения и сцены, а также камеру.

Быстрый альтернативный способ:

1. Переместите указатель на временной шкале.

2. Дважды щелкните зависимость.

3. В диалоговом окне "Редактирование зависимости" введите новое значение зависимости.

Создается действие на основе предыдущего.

Совет:

• Если во время интерактивного воспроизведения или в анимации с тонированием наблюдается отражение компонентов, определите угловые зависимости как направленные.

• Для того, чтобы указать одну зависимость, выберите ее в графической области и на вкладке "Изображение", панели "Анимация" нажмите "Зависимости". Чтобы задать несколько зависимостей, необходимо выбрать зависимости в браузере, затем щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать "Анимация зависимостей".

Параметры анимации

Доступен только для файлов с параметрами пользователя.

1. На ленте выберите вкладку "Визуализация" панель "Управление" Избранные параметры и пометьте параметры, для которых требуется выполнить анимацию, как для избранных параметров. Они будут добавлены в папку избранного анимации.

2. Если временная шкала анимации не отображается, на вкладке "Изображение", панель "Анимация" нажмите "Временная шкала анимации". Переместите указатель в положение, которое соответствует времени завершения первого действия.

3. В браузере разверните папку "Избранные анимации".

4. Щелкните правой кнопкой мыши параметр, выбранный для анимации, а затем выберите "Параметры модели анимации". В активном файле отображается список со всеми параметрами, определенными пользователем. Параметры пользователя, которые уже были анимированы, хранятся в папке "Избранные анимации".

5. В диалоговом окне "Параметры анимации" введите значение времени окончания.

6. На вкладке "Ускорение" установите скорость или выберите постоянную скорость, чтобы она сохранялась на протяжении всей анимации.

7. Нажмите кнопку "ОК".

8. При необходимости выполните визуализацию анимации, указав стили освещения и сцены, а также камеру.

Быстрый альтернативный способ:

Переместите указатель на временной шкале.

1. Разверните папку "Избранные анимации" и дважды щелкните узел параметра.

2. При этом для параметра создается действие, основанное на предыдущем действии, и отображается значение текущего параметра.

3. В диалоговом окне редактирования параметра введите новое значение зависимости, а затем установите флажок для подтверждения выбора.

Анимация камеры

Указание существующей камеры или создание новой, а также определение пути и времени воспроизведения (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3. Анимация камеры

1. Если временная шкала анимации не отображается, на вкладке "Изображение", панели "Анимация" нажмите "Временная шкала анимации".

2. В графической области поверните или переместите модель в положение, с которого необходимо начать анимацию. Можно использовать команды зумирования и панорамирования.

3. Чтобы создать камеру, выполните следующие действия.

• Используйте команду "Поворот вида", чтобы настроить вид для начала анимации.

• Щелкните правой кнопкой мыши в графической области, а затем выберите команду "Создать камеру из вида" или щелкните в браузере правой кнопкой мыши значок рядом с узлом "Камеры" и выберите команду "Создать камеру из вида".

4. Чтобы использовать существующую камеру, выполните следующие действия.

• В браузере разверните узел "Камеры", щелкните правой кнопкой мыши уже имеющуюся камеру и выберите команду "Анимация камеры".

• В списке диалогового окна "Временная шкала анимации" выберите камеру. Используйте команду "Поворот вида", чтобы изменить вид.

• Выберите "Добавление операции камеры", чтобы задать камеру для текущего вида и добавить строку действия для этого положения.

5. Переместите указатель в следующее положение, соответствующее времени завершения действия.

6. На ленте выберите вкладку "Визуализация" → панель "Анимация" → Камера и определите действие камеры. Если необходимо создать эффект поворотного круга, выберите параметр "Поворотный круг" на вкладке "Поворотный круг". На вкладке "Ускорение" выберите параметр "Постоянная скорость".

7. При выполнении анимации камеры можно просмотреть анимацию с ракурса камеры или с другого ракурса. Выберите камеру в списке временной шкалы анимации, чтобы просмотреть анимацию через эту камеру. Выберите вариант "Текущая камера", чтобы просмотреть анимацию и движение камеры с другого ракурса.

Прим.: В пределах одной анимации камеру можно копировать и вставлять. Копия размещается рядом с оригиналом в выбранном состоянии готовности к перемещению и редактированию.

Анимация движения камеры по траектории

Можно создавать подробные обзоры продукта или имитировать облет продукта. Чтобы осуществить анимацию движения камеры по траектории, необходимо выполнить следующие действия:

1. Создайте траекторию, содержащую двухмерный или трехмерный эскиз. Геометрия эскиза траектории должны быть непрерывной, разрывы не допускаются.

2. Добавьте деталь в сборку и поместите ее там, куда будет перемещаться камера. Поместите ее в любую точку и закрепите или используйте плоскости и оси системы координат детали для закрепления положения.

3. Перейдите в среду Inventor Studio.

4. Активизируйте команду "Временная шкала анимации".

5. На временной шкале переместите указатель на момент времени, в котором заканчивается анимация движения камеры по траектории.

6. В браузере сцены щелкните правой кнопкой мыши камеру для анимации и выберите команду "Анимация камеры".

7. В диалоговом окне "Анимация камеры" нажмите "Определение".

8. В диалоговом окне "Камера" укажите, является ли цель камеры фиксированной, плавающей или перемещается по траектории. Если цель перемещается по траектории, используйте команду выбора, чтобы задать эскиз траектории.

9. В диалоговом окне "Камера" укажите, является ли положение камеры фиксированным, плавающим или перемещается по траектории. Если положение камеры перемещается по траектории, используйте команду выбора, чтобы задать эскиз траектории.

Прим.: Геометрии траектории цели и положения должны быть разными элементами.

10. После выбора траектории можно указать положения начала и завершения на траектории для камеры или цели. После выбора траектории можно перетащить вдоль нее регуляторы, треугольник (начальная точка) и квадрат (конечная точка), ограничив тем самым движение камеры или цели (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4. Движение камеры по траектории

11. Настройте другие необходимые параметры.

12. Выполните предварительную визуализацию анимации. Можно будет быстро просмотреть результаты анимации без эффектов освещения. Внесите необходимые изменения, а затем выполните визуализацию типа "Тонирование".

Анимация позиционных представлений

Шоті Используйте позиционные представления, сохраненные в среде сборки, для создания анимации. Если изменить позиционное представление, по возвращении в среду Inventor Studio анимация обновляется соответствующим образом.

Если открыть модель в среде Studio, в которой настроено определенное представление, это представление используется как базовое состояние и будет восстановлено при возвращении в среду сборки. Не требуется запускать анимацию в базовом состоянии.

1. В диалоговом окне "Временная шкала анимации" переместите указатель в положение, которое соответствует времени завершения первого действия.

2. Выберите на ленте вкладку "Визуализация" → панель "Анимация" → Положение представлений или в браузере разверните папку "Представления". Будут отображены все позиционные представления активного файла. Щелкните позиционное представление, выбранное для анимации, правой кнопкой мыши, а затем выберите пункт "Анимация"

3. В диалоговом окне "Анимация позиционного представления" укажите начальные и конечные позиционные представления, затем длительность. Для мгновенного действия сохраняется текущее состояние запуска, а модель преобразовывается из текущего состояния в заданное конечное состояние, прежде чем анимация будет продолжена. На вкладке "Ускорение" установите скорость или выберите постоянную скорость, чтобы она сохранялась на протяжении всей анимации.

Прим.: Для мгновенного действия сохраняется текущее состояние запуска, а модель преобразовывается из текущего состояния в заданное конечное состояние. Мгновенное действие отображается в окне временной шкалы на отдельной линии. Чтобы избежать создания другой анимации позиционного представления, для редактирования доступно только позиционное представление 1.

4. Нажмите кнопку "ОК".

5. При необходимости выполните визуализацию анимации, указав стили освещения и сцены, а также камеру.

Совет:

• В случае выполнения нескольких действий для одного компонента приоритет имеют анимации позиционного представления.

• Команда "Анимация позиционных представлений" не поддерживает переопределения массива.

• Позиционные представления можно сравнить с действием контейнера по к его дочерним компонентам. Можно анимировать позиционное отношению представление в качестве контейнера или выполнить настройку дочерних компонентов в контейнера. Используйте редактор временной прелелах лействия шкалы ЛЛЯ редактирования дочерних компонентов в родительском. При перетаскивании дочернего компонента за пределы начала или конца позиционного представления осуществляется одновременное перетаскивание родительского и дочернего компонентов, и оба будут отредактированы.

Позиционное представление находится в режиме редактирования. Дочерние действия (отмеченные зеленым цветом) имеют одинаковую длину с родительскими действиями (синий цвет) (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5. Позиционные представления

Позиционные представления после дочерних действий были изменены (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6. Позиционные представления

• Позиционное представление можно использовать для анимации единичного вхождения объекта.

• Позиционные представления можно поместить на любой уровень и выполнить их анимацию, уровни сборки между вложенным позиционным представлением и сборкой верхнего уровня можно настраивать.

Вложенные позиционные представления должны быть активными в сборке верхнего уровня.

В браузере анимации узел вложенного позиционного представления обеспечивает только необходимую информацию. Во всплывающей подсказке отображается имя сборки, в которой содержится вложенное позиционное представление.

Любые промежуточные позиционные представления, которые ссылаются на вложенное позиционное представление, отображаются в браузере анимации.

В структуре обозревателя анимации приоритетом обладает позиционное представление, которое находится ближе к верхнему уровню.

Прим.: Если имеются ссылки на вложенные позиционные представления, воспроизведение анимированных позиционных представлений может быть несколько замедленно. Тонированный вывод не затрагивается.

Анимация источника света

Анимация поддерживается для стилей освещения, источников света, определенных в стилях, и локальных источников света. Источники света, для которых выполнена анимация, отображаются в браузере анимации. При анимации источников света можно использовать определенные параметры, например положение, цель (только для точечного источника), цвет и т. д.. Как и для других объектов с анимацией, действие источника света с анимацией можно изменять на временной шкале с помощью контекстного меню или посредством двойного щелчка панели действия на временной шкале.



Рисунок 3.7. Анимация освещения

Анимация стиля освещения

1. Если временная шкала анимации не отображается, на вкладке "Изображение", панели "Анимация" нажмите "Временная шкала анимации".

2. Установите указатель временной шкалы в конечное положение для анимации стиля освещения.

3. Щелкните правой кнопкой мыши "Стиль освещения" и выберите команду "Анимация источника света". Появится диалоговое окно "Анимация источника света".

4. Нажмите "Определение". Измените положение стиля освещения. Это положение указывает, где заканчивается действие анимации. Например, если стиль освещения перемещается из точки А в точку Б, измените положение так, чтобы источник света оказался в точке Б.

5. Если требуется, измените параметры настройки времени анимации в диалоговом окне.

6. На вкладке "Ускорение" выберите вариант "Постоянная скорость" или подходящий параметр для действия анимации.

7. Нажмите кнопку ОК, и действие заполнит временную шкалу.

8. После завершения анимации стиля освещения можно просмотреть анимацию с помощью элементов управления воспроизведением, расположенных на временной шкале, или средства предварительной визуализации анимации.

Анимация источника света в стиле

1. Если временная шкала анимации не отображается, на вкладке "Изображение", панель "Анимация" нажмите "Временная шкала анимации".

2. Установите указатель временной шкалы в конечное положение для анимации источника света.

3. В браузере сцены щелкните источник света правой кнопкой мыши и выберите команду "Анимация источника света". Появится диалоговое окно "Анимация источника света".

4. Нажмите "Определение". Измените положение источника света. Это положение указывает, где заканчивается действие анимации. Например, если источник света перемещается из точки А в точку Б, измените положение так, чтобы источник света оказался в точке Б.

5. Если требуется, измените параметры настройки времени анимации в диалоговом окне.

6. На вкладке "Ускорение" выберите вариант "Постоянная скорость" или подходящий параметр для действия анимации.

7. Нажмите кнопку ОК, и действие заполнит временную шкалу.

8. После завершения анимации источника света можно просмотреть анимацию с помощью элементов управления воспроизведением, расположенных на временной шкале, или средства предварительной визуализации анимации.

Прим.: Можно копировать и вставлять источник света в пределах одной анимации. Копия размещается рядом с оригиналом в выбранном состоянии готовности к перемещению и редактированию.

Анимация локального источника света

1. Если временная шкала анимации не отображается, на вкладке "Изображение", панели "Анимация" нажмите "Временная шкала анимации".

2. Установите указатель временной шкалы в конечное положение для анимации локального источника света.

3. В браузере сцены в папке "Локальные источники света" щелкните локальный источник света правой кнопкой мыши и выберите команду "Анимация источника света". Появится диалоговое окно "Анимация источника света".

4. Нажмите "Определение". Измените положение локального источника света. Это положение указывает, где заканчивается действие анимации. Например, если источник света перемещается из точки А в точку Б, измените положение так, чтобы источник света оказался в точке Б.

5. Если требуется, измените параметры настройки времени анимации в диалоговом окне.

6. На вкладке "Ускорение" выберите вариант "Постоянная скорость" или подходящий параметр для действия анимации.

7. Нажмите кнопку ОК, и действие заполнит временную шкалу.

8. После завершения анимации локального источника света можно просмотреть анимацию с помощью элементов управления воспроизведением, расположенных на временной шкале, или средства предварительной визуализации анимации.

Практика 4. Созданий инструкций и схем сборок конструкций горного производства

Создание схемы сборки рассмотрим на примере сборочной модели шарошечного долота (рисунок 4.1).



Рисунок 4.1. Модель шарошечного долота

1. Создание файла схемы

• В меню приложения: выберите «Файл» » «Создать». В окне "Создать новый файл" выберите шаблон IPN по умолчанию или найдите и выберите другой шаблон

IPN, а затем нажмите "Создать" 🔗

• В файле сборки: щелкните имя сборки в обозревателе правой кнопкой мыши и выберите Создать схему в контекстном меню. Вид определяется на основе последнего активного видового представления.

2. В диалоговом окне "Вставить" найдите и выберите файл модели, который необходимо вставить в первую сцену.

3. Чтобы задать представления модели, выберите "Параметры" в диалоговом окне "Выбор сборки". Затем в диалоговом окне "Параметры открытия файла" выполните следующие действия:

• Выберите видовое представление.

• Выберите "Ассоциативный", чтобы сохранить связь с видовым представлением в файле модели. При редактировании видового представления модель в разнесенном виде обновляется с учетом правок.

Прим.: Пользователь может переопределить настройки модели в сценах IPN, связанных с видовыми представлениями. Переопределенные свойства будут сохранены в IPN и будут игнорировать обновления в исходной модели.

• Отключите параметр "Ассоциативность", чтобы отменить связь между выбранным видовым представлением и файлом IPN.

• Выберите позиционное представление и представление с уровнем детализации.

• Для закрытия диалогового окна "Параметры открытия файла" нажмите "ОК".

4. Нажмите "Открыть", чтобы вставить модель в файл схемы (рисунок 4.2).

I Вставка					\times				
Библиотеки Content Center Files	Папка:	Inv ~	G 🦻 📂 🖽 -						
	Имя	^	Дата изменения	Тип	Pa				
	🗄 Assamble	ey	08.01.2020 13:22	Сборка Autodesk					
	ᡖ Деталь		08.01.2020 13:22	Сборка Autodesk					
	占 Деталь_1		08.01.2020 13:22	Сборка Autodesk					
	击 Сборка		08.01.2020 13:22	Сборка Autodesk					
	<				>				
	Имя файла:	Assambley		~					
	Тип файлов:	Файл сборки (*.iam)		\sim					
	Файл пр.:	Default.ipj		∨ Проекты					
Последнее сохранение: Autodesk Inventor 2020 (24.0.16800.0000)									
7 H 🍂 🖩			Параметры	Открыть Отмена					

Рисунок 4.2. Вставка сборки в схему

Создание сдвигов компонентов для перемещения или поворота деталей

При сдвиге компонентов можно использовать ряд параметров, позволяющих выполнять сдвиг и обеспечивать процесс сдвига. Пользователь может:

- Переключение между типами сдвига "Перемещение" и "Поворот";
- Изменение набора параметров добавления или удаления;
- Изменение направления перемещения или поворота;
- Перемещение указателя воспроизведения на временной шкале.
- Нажмите кнопку "ОК".
- Прим.: Если компоненты являются поверхностями и их необходимо сдвинуть,

выберите соответствующий компонент в обозревателе модели и нажмите команду сдвига. Для сдвигов компонента поверхности параметры направляющей сборки ограничены.

Создание сдвигов

Выберите один или несколько компонентов, а затем вызовите команду «Сдвиг». Для первого выбранного компонента появляется триада сдвига. Ее положение можно изменить. При выполнении сдвига одновременно для нескольких компонентов они определяются как группа сдвига. Эти компоненты не группируются на временной шкале.

Прим.: Компоненты, включенные в группу сдвигов, имеют одинаковые свойства. При редактировании расстояния сдвига одного из элементов будут затронуты все элементы.

Изменения положения, ориентации, непрозрачности и видимости компонентов отображаются на временной шкале как действия.

1. Выберите или создайте раскадровку, чтобы добавить в нее сдвиги.

Чтобы создать раскадровку, перейдите на вкладку "Схема" ➤ панель "Мастерская" ➤ "Новая раскадровка". Затем укажите тип раскадровки и нажмите "ОК" (рисунок 4.3).

2. При необходимости переместите указатель воспроизведения в выбранное положение на временной шкале, чтобы задать время начала для операций сдвига.

3. Выберите на ленте вкладку "Представление" > панель "Компонент" > Сдвинуть **€** 🖽 (рисунок 4.3). компоненты. Прим.: Кроме того, можно щелкнуть правой кнопкой мыши компонент, который необходимо сдвинуть, и нажать "Сдвинуть компоненты" в отслеживающем меню. 👗 🗅 • 🗁 📙 🦘 • 🖘 • 🏠 🗠 • 📑 • 🤤 Представлен 🔹 Autodesk Inventor Pro Представление Инструменты Вид Начало работы Совместная работа . • G H F Новая Новый Сдвинуть Запомнить положение Создать Видео Растровое изображение раскадровка вид снимка компоненты камеры вид чертежа Модель Камера Чертеж Семинар понент Публикация Модель 🗙 🕂 $Q \equiv$ Assambley + 🔊 Сцена1

Рисунок 4.3. Создание новой раскадровки

4. Выберите компонент в графическом окне. Триада сдвига отображается в соответствии с локальной ПСК компонента . Пользователь может выбрать для работы мировую ПСК схемы и или задать другое направление (рисунок 4.4).



Рисунок 4.4. Создание сдвига

Прим.: Чтобы задать другое направление сдвига и переопределить вектор, на минипанели инструментов «Сдвиг» нажмите **ЖНайти** и выберите грань или ребро.

5. Чтобы добавить компоненты, удерживайте нажатой клавишу CTRL и выберите дополнительные компоненты, которые необходимо сдвинуть. Чтобы добавить или удалить компонент, сначала используйте действие сдвига – расстояние или угол. Когда

параметр "Добавить/удалить компонент" включен, можно выбрать щелчком дополнительные компоненты.

6. Выберите способ размещения видов. На мини-панели инструментов "Сдвинуть компоненты" выберите "Поворот", чтобы создать вращательный сдвиг, или "Переместить", чтобы создать поступательный сдвиг.

7. Чтобы создать направляющие сборки, выберите соответствующий параметр в списке на мини-панели инструментов "Сдвинуть компоненты". По умолчанию выбирается параметр "Для всех компонентов".

8. Для сдвига выбранных компонентов можно использовать манипуляторы триады и мини-панель инструментов.

9. Чтобы переместить ^Фили повернуть ^Фвыбранные компоненты в нужное положение, перетащите стрелку, плоскость, сектор или начальную точку триады.

10. Чтобы задать точное значение расстояния или угла сдвига, введите значение в поле на мини-панели инструментов.

11. Чтобы изменить тип компонентов, участвующих в текущем сдвиге, нажмите Пудеталь" или 🖧 "Компонент" (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5. Меню выбора компонента сдвига

Перетащите выбранный компонент, чтобы включить команду "Добавить/удалить компоненты", затем ^Ф выберите щелчком дополнительные компоненты. Чтобы удалить выбранные компоненты, используйте нажатой клавишу CTRL.

12. Чтобы задать продолжительность операций сдвига, добавленных в раскадровку, нужно задать значение продолжительности.

13. В конце нажмите кнопку "ОК", чтобы завершить выполнение команды.

14. Сдвиги сохраняются в раскадровке и в обозревателе.

Выбор сдвига

Можно выбирать и редактировать отдельные сдвиги, несколько несвязанных сдвигов, а также выбирать все или отдельные элементы группы сдвига. Ниже перечислены различные способы выбора.

- Выбор отдельных объектов
- Для добавления элемента в набор щелкните мышью, нажав и удерживая клавишу CTRL
- Способы группового выбора повышают эффективность работы на временной шкале.

15. Зададим расстояние 40 мм по оси хи нажмем создать (рисунок 4.6). На экране синим цветом показаны линии сдвига.



Рисунок 4.6. Создание сдвига

16. Аналогичным образом сдвинем другие части долота (рисунок 4.7).

1 D · D .	••• ∆ •••	📑 - 🤤 Представлен 🝷 🕂	Ŧ		Autodesk Inventor Profe	ssional 2020 Assambley	 Поиск по справке и командам. <u>Q</u> Вход в сл
Файл Предст	авление Инструменты	Вид Начало работы Сов	вместная работа 💿 •				
Вставить модель	Новая Новый раскадровка вид снимка	Сдвинуть Непрозрачность компоненты	Запомнить положение Созда камеры вид чер	видео Растровое изоб	ражение		
Модель	Семинар	Компонент	Камера Черт	ж Публикация			
Модель × +	Q ≡						II ×
Macro X + Assention Assention - - - - - - - - - - - - -	Q Ξ yuan a a:1 a:2 ba a ba a ba ba ba ba ba ba	₩.Ť.₩					
		C TutorialFile.inn Illanouur	очное а јат Гиаромониторн ј	Assamblev X			=
		con raterial analysis analysis	- mar Manan - Markanan - Markanan				=

Рисунок 4.7. Создание сдвига

17. Все положения элементов можно фиксировать в виде изображений. Для этого необходимо нажать на команду Новый вид снимка на панели Представление. Все изображения сохраняются на панели Виды снимков (рисунок 4.8).



Рисунок 4.8. Создание снимка

18. Аналогичным образом сдвинем все элементы, входящие в сборку (рисунок 4.9).



Рисунок 4.9. Результат разнесения компонентов

19. Сохраним это положение в виде чертежа. Для этого необходимо нажать на Создать вид чертежа на панели Представление (рисунок 4.10).



Рисунок 4.10. Создание чертежа

Рисунок 4.11. Создание чертежа сборки



Рисунок 4.12. Различные отображения модели на чертеже

21. После выбора Нужного вида и его отображения проставляются позиции элементов и выполняется спецификация. При необходимости пишутся необходимые технические требования (рисунок 4.13).



Рисунок 4.13. Результат создания чертежа сборки.

Примечание.

Указатель воспроизведения

- 1. Размещение указателя воспроизведения на временной шкале.
- 2. Щелкните указатель воспроизведения правой кнопкой мыши и нажмите «Выбрать» **Все до** или **Все после**. Будут выбраны все действия, соответствующие критериям выбора.
- 3. Внесите необходимые изменения.

Действие

- 4. Щелкните правой кнопкой мыши граничное действие и нажмите «Выбрать» > Все до или Все после. Будут выбраны все действия, соответствующие критериям выбора. Обратите внимание, что для выбранных действий используется момент начала выбранного действия. Это означает, что, если активен параметр «Все после», выбранное действие включается в набор.
- 5. При выборе группового сдвига можно также щелкнуть правой кнопкой мыши и нажать «Выбрать» **▶ Группа**. Будут выбраны все компоненты, участвующие в групповом сдвиге.
- 6. Внесите необходимые изменения.

Редактирование сдвига

Можно редактировать отдельные сдвиги или несколько сдвигов одновременно. **Прим.:** Для изменения всех компонентов группового сдвига используйте команду «Редактировать сдвиг». Пользователи также могут редактировать отдельные компоненты в группе сдвига. Чтобы добавить компоненты в набор или удалить их, щелкните мышью, нажав и удерживая клавишу CTRL.

- 1. Редактирование сдвига с помощью мини-панели инструментов.
- На временной шкале раскадровки щелкните сдвиг правой кнопкой мыши, "Перемещение" или "Поворот".
- В графическом окне правой кнопкой мыши выберите направляющую сборки, относящуюся к сдвигу, который требуется отредактировать.
- В обозревателе разверните папку "Сдвиги", чтобы отобразить список сдвигов. Щелкните сдвиг правой кнопкой мыши.

Прим.: Список сдвигов в обозревателе фильтруется на основе текущего контекста. При работе с раскадровкой анимации отображаются только сдвиги, относящиеся к

раскадровке. При редактировании вида снимка отображаются только сдвиги, относящиеся к виду снимка.

 Щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду "Редактировать сдвиг". Чтобы отредактировать сдвиг, можно дважды щелкнуть узел сдвига обозревателя или направляющую сборки. Если выбранный сдвиг входит в группу сдвигов, все сдвиги из этой группы будут выбраны для редактирования. Связанные компоненты и направляющие сборки выделяются в графическом окне.

Прим.: Чтобы отредактировать продолжительность, щелкните правой кнопкой мыши экземпляр временной шкалы и выберите команду "Редактировать время".

- 3. С помощью мини-панели инструментов "Сдвиг" можно изменить свойства сдвига. Возможные действия:
- изменение расстояния или угла сдвига;
- добавление или удаление компонентов, участвующих в сдвиге;
- выбор другого параметра направляющей сборки для ее добавления или удаления.
 Совет: Перетащите конечную точку направляющей сборки, чтобы изменить расстояние или угол сдвига непосредственно в графическом окне. Новое значение расстояния или угла применяется ко всем сдвигам в группе.
- 4. Чтобы сохранить изменения и завершить выполнение команды, нажмите кнопку "ОК".
- 5. Чтобы отредактировать продолжительность существующего сдвига, воспользуйтесь способами редактирования раскадровки или щелкните правой кнопкой мыши экземпляр временной шкалы и нажмите "Редактировать время". Время редактирования любого действия сдвига не влияет на группы.

Совет: Поддерживается редактирование нескольких действий на временной шкале, при этом они могут быть как в одной строке, так и в разных.

Доступные возможности:



- перетаскивание нескольких операций перемещения на временной шкале;
- редактирование точек начала и окончания, а также длительности нескольких действий;
- сопоставление моментов начала и окончания действий и многое другое. Релактирование можно выполнять как с помощью контекстного меню, так и с по
 - Редактирование можно выполнять как с помощью контекстного меню, так и с помощью манипуляторов на временной шкале.

Контрольные вопросы

- 1. Библиотека металлоконструкции. Назначение.
- 2. Генератор рам. Назначение.
- 3. Генератор форм. Назначение.
- 4. Возможности библиотеки Валы и механические передачи.
- 5. Ускорители проектирования в AutodeskInventor.
- 6. Влияние размера элемента при работе в Генераторе рам.
- 7. ОтличиеKeyshot orInventor Studio.
- 8. Основные программы визуализации объектов.
- 9. Способы создания анимации.
- 10. Основные операции при создании разнесения сборочных моделей.
- 11. Назначение выбора среды освещения при визуализации.
- 12. Назначение выбора материала при визуализации.
- 13. Основное назначение и способы создания схем сборок.
- 14. Способы создания локального света в Keyshot.
- 15. Способы создания движения камеры в InventorStudio.