

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра машиноведения, механики и инженерной графики**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ  
И ГРАФИКА**

**Б1.В.11**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**09.03.02 Информационные системы и технологии**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Информационные системы и технологии**

Программа академического бакалавриата

Квалификация выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>5</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	5
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	5
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	8
4.3 Лабораторные работы.....	39
4.4 Семинары / Практические занятия....	40
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат .....	40
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>42</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>43</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>43</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>44</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>44</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ	45
9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы .....	77
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>77</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>77</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>78</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>85</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>86</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно - исследовательскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

– изучение теоретических и практических основ построения пакетов компьютерной графики, ориентированных на применение в информационных системах; принципов и способов организации интерактивного графического режима в информационных системах; методов геометрического моделирования объектов и отображения графической информации на активных и пассивных устройствах отображения;

– освоение современных методов и средств компьютерной графики, приобретение знаний и умений по построению двумерных и трехмерных геометрических моделей объектов с помощью графических систем, а так же правил оформления графической конструкторско-технической и другой документации;

– развитие пространственного представления, воображения и пространственного конструкторско-геометрического мышления; развитие способностей к анализу и синтезу пространственных форм на основе графических моделей пространства, практически реализуемых в виде различных типов чертежей.

## Задачи дисциплины

– знакомство с современным состоянием и перспективами развития интерактивной компьютерной графики; со способами реализации функции ядра графической системы;

– формирование системы знаний об основной организации базовых графических систем на основании международных и государственных стандартов и системы инженерно-конструкторских знаний с прочным геометро - графическим фундаментом, позволяющим успешно решать научные и технические проблемы, возникающие в процессе профессиональной деятельности;

– обучение теории чтения ортогональных чертежей, наглядных изображений, разработке и чтению конструкторских документов; оформлению полученных результатов в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов на научно-технических конференциях.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3	Способность применять основные приемы и законы создания и чтения чертежей и документации по аппаратным и программным компонентам информационных систем	<b>знать:</b> - основные законы геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства в графическом пакете компас-3d, необходимых при создании и чтении чертежей и документации по аппаратным и программным компонентам информационных систем и в профессиональной деятельности (разработка и внедрение технологий объектов профессиональной деятельности в областях: машиностроение, приборостроение, техника, образование, строительство, транспорт, текстильная и легкая промышленность, пищевая промышленность, дизайн); <b>уметь:</b> - анализировать и воспринимать оптимальное

1	2	3
		<p>соотношение частей и целого на основе графических моделей, практически реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов с помощью графического пакета компас-3d; использовать основные законы, методы и приемы компьютерной графики, необходимые в профессиональной деятельности;</p> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками графических способов решения позиционных и метрических задач для пространственных объектов на чертежах в графическом пакете компас-3d, методами проецирования и изображения пространственных форм на плоскостях проекций, необходимых в профессиональной деятельности;</li> </ul>
ПК-26	Способность оформлять полученные рабочие результаты в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов на научно-технических конференциях	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные способы и приемы формирования наглядных изображений для презентаций, необходимых в профессиональной деятельности (разработка и внедрение технологий объектов профессиональной деятельности в областях: машиностроение, приборостроение, техника, образование, строительство, транспорт, текстильная и легкая промышленность, пищевая промышленность, дизайн);</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать эффективность видеоряда презентационного материала в учебных отчетах, статьях, докладах и научно-технических конференциях с использованием различных информационных графических систем, необходимые в профессиональной деятельности;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками графических способов и приемов решения профессиональных задач для пространственных объектов реального пространства в графических системах, необходимые профессиональной деятельности.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.11 Компьютерная геометрия и графика относится к обязательным дисциплинам вариативной части.

Дисциплина Компьютерная геометрия и графика базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплины Начертательная геометрия и инженерная графика.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Компьютерная геометрия и графика представляет основу для изучения дисциплин: Архитектура информационных систем, Современное аппаратное обеспечение информационных систем.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Контрольная работа	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Семинары / Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Очная</b>	1	2	108	54	18	36	-	54	кр	зачет с оц.
<b>Заочная</b>	2	-	108	12	4	8	-	92	кр	зачет с оц.
<b>Заочная (ускоренное обучение)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Очно-заочная</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

#### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			2
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	54	6	54
Лекции (Лк)	18	4	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	2	36
Контрольная работа	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	54	-	54
Подготовка к лабораторным работам оц.	20	-	20
Подготовка к зачету с оценкой	10	-	10
Выполнение контрольной работы	24	-	24
<b>III. Промежуточная аттестация</b> зачет с оц.	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины час.	108	-	108
зач ед.	3	-	3

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся
			Лекции	Лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>1. Компьютерная геометрия</b>	<b>70</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>34</b>
1.1.	Возможности современной компьютерной графики. Компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи.	7	2	2	3
1.2.	Понятия геометрического моделирования, графической системы, базового графического пакета. Требуемые вычислительные ресурсы для решения геометрических графических задач. Применение средств компьютерной графики.	7	2	2	3
1.3.	Представление информации и ее машинная генерация. Работа с окнами графического пакета компас-3d. Документы компас-3d. Типы документов.	8	2	2	4
1.4.	Виды компьютерной графики. Графические языки. Системы координат и единицы измерения в документах компас-3d.	8	2	2	4
1.5.	Архитектура графических терминалов и графических рабочих станций. Видеоадаптеры VGA и SVGA. Работа в окне документа.	8	2	2	4
1.6.	Программирование ввода и вывода графических изображений. Базовая графическая система (основные типы выходных примитивов и их атрибуты, графические объекты, системы координат и преобразования). Основные понятия трехмерного моделирования.	8	2	2	4
1.7.	Графический метафайл, как средство обмена графическими данными. Программная и аппаратная реализация алгоритмов компьютерной графики. Геометрические преобразования. Настройка отображения Деревя модели.	8	2	2	4

1	2	3	4	5	6
1.8.	Графические диалоговые системы. Применение интерактивной графики в информационных системах. Точки и кривые в компас-3d.	8	2	2	4
1.9.	Способы создания естественных графических изображений и движений на экране. Отображение. Цвет. Тени. Фактура материала в компьютерной графике. Создание поверхностей в компас-3d.	8	2	2	4
<b>2.</b>	<b>Компьютерная графика</b>	<b>38</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>20</b>
2.1.	Создание и простейшее редактирование стандартных примитивов в 3-ds max. Моделирование объектов на основе примитивов. Создание расширенных примитивов. Создание и редактирование конструкций из примитивов.	4	-	2	2
2.2.	Основы работы со сплайнами 3-ds max. Создание сплайнов. Геометрические фигуры. Текст. Линии. Редактирование сплайнов. Редактирование на уровне вершин. Изменение типа подобъектов. Редактирование на уровне сегментов. Редактирование на уровне сплайнов.	4	-	2	2
2.3.	Типовые материалы Vray MentalRay в 3-ds max. Универсальный материал. Цвет материала. Шероховатость. Отражения. Прозрачность. Дисперсия. Фактура и рельефность. Смешивание материалов. Просвечивающие материалы.	4	-	2	2
2.4.	Создание сцен в 3-ds max. Построение объемных тел (подушек).	4	-	2	2
2.5.	Работа с текстилем в 3-ds max. Анимация. Наложение текстуры.	4	-	2	2
2.6.	Работа с системой частиц Blizzard в 3-ds max.	4	-	2	2
2.7.	Детализирование. Сборка. Разнесение компонентов в компас-3d.	14	-	6	8
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся
			Лекции	Лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>1. Компьютерная геометрия</b>	<b>70</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>62</b>
1.1.	Возможности современной компьютерной графики. Компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи.	35	2	2	31
1.2.	Понятия геометрического моделирования, графической системы, базового графического пакета. Требуемые вычислительные ресурсы для решения геометрических графических задач. Применение средств компьютерной графики.	35	2	2	31
<b>2.</b>	<b>Компьютерная графика</b>	<b>38</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>34</b>
2.1.	Создание и простейшее редактирование стандартных примитивов в 3-ds max. Моделирование объектов на основе примитивов. Создание расширенных примитивов. Создание и редактирование конструкций из примитивов.	12	-	2	10
2.7.	Детализирование. Сборка. Разнесение компонентов в компас-3d.	26	-	2	24
	<b>ИТОГО</b>	<b>104</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>92</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

##### Содержание лекционных занятий

#### Раздел 1. Компьютерная геометрия

**Тема 1.1. Возможности современной компьютерной графики. Компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи.**(2ч.) Лекция проводится в виде презентации

*Возможности современной компьютерной графики.* В настоящее время сформировалась как наука об аппаратном и программном обеспечении для разнообразных изображений от простых чертежей до реалистичных образов естественных объектов. Компьютерная графика используется почти во всех научных и инженерных дисциплинах для наглядности и восприятия, передачи информации. Применяется в медицине, рекламном бизнесе, индустрии развлечений и т. д. Конечным продуктом компьютерной графики является изображение. Это изображение может использоваться в различных сферах, например, оно может быть техническим чертежом, иллюстрацией с изображением детали в руководстве по эксплуатации, простой диаграммой, архитектурным видом предполагаемой конструкции или проектным заданием, рекламной иллюстрацией или кадром из мультфильма. В компьютерной графике рассматриваются следующие задачи: Представление изображения в компьютерной графике; Подготовка изображения к визуализации; Создание изображения; Осуществление действий с изображением.

Интерактивная компьютерная графика - это так же использование ЭВМ для подготовки и воспроизведения изображений, но при этом пользователь имеет возможность оперативно вносить



изменения в изображении непосредственно в процессе его воспроизведения, т.е. предполагается возможность работы с графикой в режиме диалога в реальном масштабе времени. Достоинства графики: Наиболее естественные средства общения с ЭВМ; Хорошо развитый двухмерный и трехмерный механизм распознавания образов позволяет очень быстро и эффективно воспринимать и обрабатывать различные виды данных. Она позволяет значительно расширить полосу пропускания при общении человека с ЭВМ за счет использования разумного сочетания текста, статических и динамических изображений по сравнению со случаями, когда можно работать только с текстами. Это расширение существенно влияет на возможность понимать данные, выявлять тенденции и визуализировать существующие или воображаемые объекты при обработке.

Любое изображение на мониторе, в силу его плоскости, становится растровым, так как монитор это матрица, он состоит из столбцов и строк. Трёхмерная графика существует лишь в нашем воображении, так как то, что мы видим на мониторе - это проекция трёхмерной фигуры, а уже создаём пространство мы сами. Таким образом, визуализация графики бывает только растровая и векторная, а способ визуализации это только растр (набор пикселей), а от количества этих пикселей зависит способ задания изображения.

Система автоматизированного проектирования. Наиболее популярная расшифровка. В современной технической, учебной литературе и государственных стандартах аббревиатура САПР раскрывается именно так. Система автоматизации проектных работ. Такая расшифровка точнее соответствует аббревиатуре, однако более тяжеловесна и используется реже. Система автоматического проектирования. Это неверное толкование. Понятие «автоматический» подразумевает самостоятельную работу системы, без участия человека. А в САПР часть функций выполняет человек, а автоматическими являются только отдельные проектные операции и процедуры. Слово «автоматизированный», по сравнению со словом «автоматический», подчёркивает участие человека в процессе.

Программное средство для автоматизации проектирования. Это излишне узкое толкование. В настоящее время часто понимают САПР лишь как прикладное программное обеспечение для осуществления проектной деятельности. Однако в отечественной литературе и государственных стандартах САПР определяется как более ёмкое понятие, включающее не только программные средства. 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[6] 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 определенная соподчиненность понятий CAD, CAE, CAM. Термин CAE определяется как наиболее общее понятие, включающее любое использование компьютерных технологий в инженерной деятельности, включая CAD и CAM. Для обозначений всего спектра различных технологий автоматизации с помощью компьютера, в том числе средств САПР, используется термин CAx (англ. computer-aided technologies).

При обработке информации, связанной с изображением, выделяют три основных направления: 1. Распознавание образов; 2. Обработка изображений; 3. Машинная и компьютерная графика.

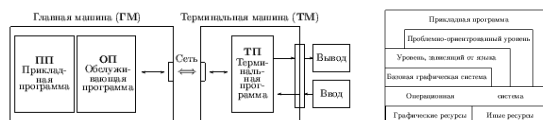
Основная задача распознавания образов состоит в распознавании имеющегося изображения на формально понятном на языке символов. Распознавание образов есть совокупность методов, позволяющих получать изображения поданные на вход, либо отнесение некоторых изображений к некоторому классу.

Вывод изображения на экран компьютера является неотъемлемым, но всего лишь первым шагом на пути становления машинной графики. Довольно стремительно пройдя иллюстративный отрезок пути своего развития, компьютерная графика сосредоточилась как бы на двух генеральных направлениях: придание изображению необходимой динамики и придание изображению необходимой реалистичности. Достижения компьютерной графики мы видим на экранах телевизоров, на рекламных заставках. Реклама в этом случае выступает как мощный стимул к развитию все более совершенного графического инструментария. Он существует в виде разнообразных графических пакетов, начиная от простеньких графических редакторов и заканчивая специальным программным обеспечением. Развитие компьютерной графики создало новый изобразительный инструментарий, привлекающий внимание дизайнеров и архитекторов.

Компьютерная графика (также машинная графика) - область деятельности, в которой компьютеры используются как инструмент для синтеза (создания) изображений, так и для обработки визуальной информации, полученной из реального мира. Также компьютерной графикой называют результат такой деятельности

В 1961 году программист С. Рассел возглавил проект по созданию первой компьютерной игры с графикой. Создание игры («Spacewar!») заняло около 200 человеко-часов. Игра была создана на машине PDP-1. В 1963 году американский учёный Айвен Сазерленд создал программно-аппаратный комплекс Sketchpad, который позволял рисовать точки, линии и окружности на трубке цифровым пером. Поддерживались базовые действия с примитивами: перемещение, копирование и др. По сути, это был первый векторный редактор, реализованный на компьютере. Также программу можно назвать первым графическим интерфейсом, причём она являлась таковой ещё до появления самого термина. В середине 1960-х гг. появились разработки в промышленных приложениях компьютерной графики. Существенный прогресс компьютерная графика испытала с появлением возможности запоминать изображения и выводить их на компьютерном дисплее, электронно-лучевой трубке.

Первые результаты по стандартизации были получены применительно к сети ARPA в рамках работ по разработке протоколов для аппаратно и машинно-независимого представления графических данных в сети. Модель работы пользователя в сети с применением графического протокола, приведена на рис.



В начале сеанса работы пользователь располагается перед дисплеем, подключенным к терминальной ЭВМ, инициирует терминальную программу и устанавливает связь с ЭВМ сети, на которой ему будет предоставлено необходимое обслуживание. Прикладная программа главной ЭВМ при необходимости выполнить ввод/вывод использует обслуживающую программу, функцией которой является интерфейс прикладной программы с сетевым графическим протоколом. Терминальная программа используется для интерпретации протокола в подходящую аппаратно-зависимую форму и для реализации функций ввода и запроса к обстановке. Данные в сети передаются только в стандартной форме, следовательно, на передающей стороне выполняется кодирование, а на приемной - декодирование информации. Аппаратная независимость достигается средствами опроса, который позволяет выяснить конфигурацию и возможности используемых устройств. Адаптация к возможностям реализуется необходимыми настройками прикладной и обслуживающей программ. После публикации появился целый ряд работ, посвященных использованию идей протокола в нашей стране.

Важную роль в разработке методологии стандартизации машинной графики сыграла конференция в Сейлаке (Франция), организованная графическим подкомитетом WG 5.2 IFIP в 1976 г. На конференции были сформулированы и обсуждены основные условия и проблемы стандартизации. Было установлено, что основная цель стандартизации - переносимость графических систем, которая достигается стандартизацией интерфейса между графическим ядром системы (базовой графической системой), реализующим собственно графические функции, и моделирующей системой - проблемно-ориентированной прикладной программой, использующей функции графического ядра. Базовая система должна обладать: независимостью от вычислительных систем; независимостью от языков программирования; независимостью от области применения; независимостью от графических устройств. Структура прикладной графической системы, удовлетворяющей сформулированным требованиям, может быть представлена в виде шестиуровневой модели.

*Компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи.*

Процесс преобразования информации при выполнении вывода может быть представлен состоящим из следующих этапов.

1. Модельные преобразования. Проблемно-ориентированный уровень из геометрических моделей отдельных объектов, задаваемых в собственных локальных системах координат, формирует описание совокупного объекта в некоторой единой (мировой) системе координат. Описание совокупного объекта подается в графическую систему.

2. Нормализующие преобразования. Графическая система переводит описание из мировой, вообще говоря произвольной, системы координат в т.н. нормализованные координаты устройства, имеющие фиксированные пределы изменения координат, например, от 0.0 до 1.0.

3. Преобразования сегментов. Если графическая система предоставляет средства манипулирования отдельными подкартинами изображения (часто именуемыми сегментами), например, для независимого размещения отдельных самостоятельных частей изображения, то могут потребоваться такие преобразования.

4. Видовые преобразования. В случае 3d описания изображения и 2d устройства вывода необходимо выполнить проецирование изображения на заданную картинную плоскость. Наоборот, при 2d сцене и 3d устройстве вывода необходимо выполнить преобразование, связанное с размещением изображения. При выполнении этих преобразований, естественно, может

потребуется выполнение отсечения частей изображения. После этого этапа по сути дела готово описание изображения в некоторой аппаратно-независимой форме, пригодной для вывода на любое устройство.

5. Преобразование рабочей станции. Для выполнения вывода на конкретное устройство необходимо преобразование данных из аппаратно-независимой формы в координаты устройства.

Процесс преобразования координатной информации при вводе от координатных устройств обратен вышеописанному преобразованию при выводе.



Штриховые линии на нем обозначают интерфейсы, при стандартизации которых может быть обеспечена переносимость. Верхний уровень стандартизации - IGES предназначен для обеспечения мобильности компонент САПР. Средний уровень стандартизации - уровень базового графического пакета (GKS) определяется выбором базовых функций системы. Этот интерфейс делает базовую графическую систему независимой от области применения. Нижний уровень стандартизации - уровень связи с виртуальным графическим устройством (CGI) зависит от выбора примитивов ввода/вывода, являющихся абстракцией возможностей устройств. Этот интерфейс делает базовую графическую систему аппаратно-независимой. Независимость от вычислительных систем и языков программирования обеспечивается соответствующей дисциплиной программирования и взаимодействия с системами программирования.

## Тема 1.2. Понятия геометрического моделирования, графической системы, базового графического пакета. Требуемые вычислительные ресурсы для решения геометрических графических задач. Применение средств компьютерной графики. (2ч.) Лекция проводится в виде презентации

*Понятия геометрического моделирования, графической системы, базового графического пакета.*

Список сокращений: КГ - компьютерная графика; dpi (dots per inch) – точек на дюйм, единица измерения разрешения растровых изображений; SECAM (Sequentiel Couleur Avec Memoire) – стандарт передачи аналогового цветного телевизионного изображения, принятый в России и Франции (1967); PAL (Phase Alternate Line) - стандарт передачи аналогового цветного телевизионного изображения, принятый в большинстве стран Азии; NTSC (National Television System Committee) - стандарт передачи аналогового цветного телевизионного изображения, принятый в США и Японии (1945); DVD (Digital Video Disk) - формат цифровой записи видеофильмов с высоким качеством; VHS (Video Home System) - стандарт записи аналогового видеосигнала на бытовых видеомэгнитофонах, разработанный фирмой Sony (1975); CRT (Cathode Ray Tube) – электронно-лучевая трубка, кинескоп; TFT (Thin Film Transistor) – технология изготовления плоских экранов на светоизлучающих транзисторах; COM – последовательный интерфейс для связи компьютера со внешними устройствами; LPT (Line PrinT) – параллельный интерфейс для связи компьютера со внешними устройствами; USB (Universal Serial Bus) – последовательный интерфейс для связи компьютера со внешними устройствами; MPx (megapixel) – миллион пикселей, характеристика разрешения цифровой камеры; ПЗС (прибор с зарядовой связью), CCD (Charge-Coupled Device) – светочувствительная матрица, применяемая в цифровых камерах; САПР, CAD (Computer-Aided Design) – система автоматизированного проектирования; ПК – персональный компьютер; VR (virtual reality) – виртуальная реальность; JPEG (Joint Photographic Experts Group) - формат сжатия мультимедийных данных с потерями; ZIP – метод сжатия данных без потерь, основанный на кодировании Хаффмана; LZW (Lempel, Ziv, Welch) – метод сжатия данных без потерь, названный по фамилиям разработчиков; TIFF (Tagged Image File Format) – формат хранения растровых изображений со сжатием; FEM, МКЭ (Finite Elements Modeling) – метод конечных элементов; B-Rep (boundary representation) – один из способов моделирования объемных тел; C-Rep (constructive representation) – один из способов моделирования объемных тел.

Для передачи и хранения цвета в компьютерной графике используются различные формы его представления. В общем случае цвет представляет собой набор чисел, координат в некоторой цветовой системе. Стандартные способы хранения и обработки цвета в компьютере обусловлены свойствами человеческого зрения. Наиболее распространены системы RGB для дисплеев и CMYK для работы в типографском деле.

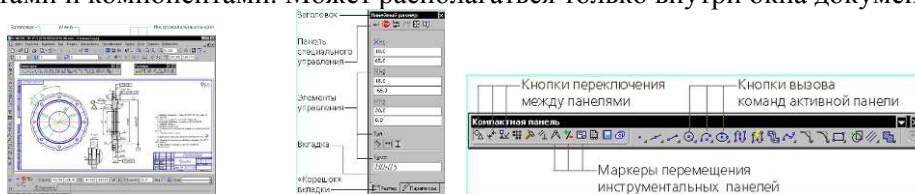
Иногда используется система с большим, чем три, числом компонент. Кодировка спектра отражения или испускания источника, что позволяет более точно описать физические свойства цвета. Такие схемы используются в фотореалистичном трёхмерном рендеринге.

*Требуемые вычислительные ресурсы для решения геометрических графических задач. Применение средств компьютерной графики*

Минимально возможная конфигурация компьютера для установки и запуска системы соответствует минимальным системным требованиям для соответствующих операционных систем. Для получения бумажных копий документов могут использоваться любые модели принтеров и плоттеров, для которых имеются драйверы, разработанные к установленной на вашем компьютере версии Windows.

Базовый пакет, Машиностроительная, Строительная и Приборостроительная конфигурации - составные части инсталляционного пакета компас-3d, см. ниже. Окно системы компас-3d - это стандартное приложение Windows. Поэтому рабочий экран, который вы видите после запуска системы и загрузки документа, практически не отличается по своему внешнему виду от окон других приложений.

*Элементы интерфейса компас-3d:* Заголовок - Содержит название, номер версии системы, имя текущего документа, кнопку системного меню, а также кнопки управления окном системы. Главное меню - Служит для вызова команд системы. Содержит названия страниц меню. Состав Главного меню зависит от типа текущего документа и режима работы системы. Инструментальные панели - Содержат кнопки вызова команд системы. Компактная панель - Содержит несколько инструментальных панелей и кнопки переключения между ними. Состав компактной панели зависит от типа активного документа. Окно переменных - Служит для работы с переменными и выражениями. Менеджер библиотек - Служит для работы с библиотеками компас-3d. Панель свойств - Служит для настройки объекта при его создании или редактировании. Строка сообщений - Содержит сообщения системы, относящиеся к текущей команде или элементу рабочего окна, на который указывает курсор. Дерево документа - Отражает порядок создания модели (чертежа) и связи между ее элементами и компонентами. Может располагаться только внутри окна документа.

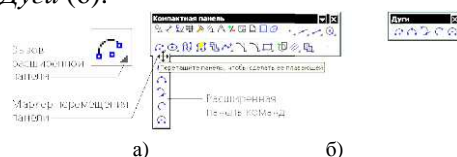


*Инструментальные панели.* Все инструментальные панели, по умолчанию присутствующие в окне компас-3d, можно разделить на две группы. Первую группу составляют панели *Стандартная*, *Вид* и *Текущее состояние*. Эти панели содержат кнопки вызова команд для работы с документом в целом (команды сохранения, изменения масштаба и т.п.). Однако лишь некоторые команды являются универсальными и могут использоваться при работе с документом любого типа. Поэтому в зависимости от типа текущего документа состав панелей первой группы изменяется: кнопки «ненужных» в данный момент команд удаляются, а кнопки «нужных» команд добавляются. Вторую группу составляют все остальные инструментальные панели. Они содержат кнопки вызова команд для создания и редактирования объектов, присущих конкретному типу документа. Кнопки на панелях сгруппированы по назначению и образуют расширенные панели команд. Панели второй группы для каждого типа документа объединены в системную компактную панель.

Типы объектов определяются типом документа (например, чертеж не может содержать тела, а модель не может содержать виды). Поэтому при переходе к документу другого типа состав системной компактной панели, т.е. набор входящих в нее инструментальных панелей, полностью меняется. Включение и отключение отображения панелей производится командами, которые находятся в подменю команды *Вид – Панели инструментов*. После подключения к компас-3d библиотек становятся доступны их инструментальные панели.

Системная компактная панель содержит несколько инструментальных панелей, представленных кнопками переключения между ними и кнопками вызова команд активной панели. Активизация той или иной инструментальной панели производится при помощи кнопок переключения. По умолчанию в окне компас-3d отображается системная компактная панель, содержащая инструментальные панели для создания и редактирования объектов, присущих документу данного типа. Можно изменять состав системной компактной панели. Рядом с кнопками переключения находятся маркеры перемещения. Чтобы извлечь из системной компактной панели какую-либо инструментальную панель, необходимо «перетащить» соответствующий ей маркер мышью за пределы системной компактной панели. Любые инструментальные панели, кроме панелей *Стандартная*, *Вид*, *Текущее состояние*, а также компактных панелей, можно объединить в

пользовательскую компактную панель. *Расширенные панели команд*. Кнопки вызова команд сгруппированы по назначению и представлены на инструментальной панели кнопкой одной команды из группы. При нажатии кнопки команды и удержании ее в нажатом состоянии рядом с кнопкой появляется расширенная панель, включающая в себя все команды данной группы. Например, расширенная панель, вызываемая кнопкой *Дуги* панели *Геометрия*, содержит команды построения дуг различными способами: по трем точкам, касательной к кривой и других. Кнопки, позволяющие вызвать расширенную панель команд, отмечены маленьким черным треугольником в правом нижнем углу (а). Расширенная панель команд может быть преобразована в отдельную панель, имеющую обобщенный заголовок, например, *Дуги* (б).



Чтобы отделить расширенную панель от инструментальной, выполняют следующие действия. Вызовите на кнопке команды расширенную панель и, не отпуская левую кнопку мыши, подведите курсор к маркеру перемещения - рельефной линии у границы панели. После того, как курсор примет вид четырехсторонней стрелки, отпустите кнопку мыши - расширенная панель должна оставаться на экране. Нажмите левую кнопку мыши вновь и «перетащите» панель за маркер перемещения в любое место экрана. Чтобы удалить отделенную расширенную панель с экрана, закройте ее, а чтобы вернуть – создайте вновь.

*Управление состоянием панелей.* Панель свойств, Окно переменных, Менеджер библиотек, окно *Свойства*, Дерево документа и Дополнительное окно Дерева (далее в этом разделе – «панель») могут отображаться на экране в одном из двух состояний: «плавающим» или зафиксированном. Чтобы зафиксировать панель рядом с какой-либо границей окна, «перетащите» ее за заголовок к этой границе. Чтобы вернуть панель в «плавающее» состояние, выполните обратное действие – «перетащите» ее в направлении центра окна. Для быстрого переключения между «плавающим» и зафиксированным состоянием панели можно дважды щелкнуть по ее заголовку.

Для фиксации Панели свойств рядом с нужной границей окна можно также воспользоваться командами *Размещение – Вверху / Внизу / Слева / Справа* из контекстного меню Панели. Окно *Свойства* может быть зафиксировано только рядом с вертикальной границей окна. Панель, зафиксированная около границы окна, может автоматически сворачиваться к этой границе. Это позволяет более эффективно использовать рабочее поле: если работа с панелью не ведется, она автоматически исчезает с экрана, а на границе окна остается «корешок» панели с названием. Чтобы вернуть панель на экран и продолжить работу с ней, следует поместить курсор в область «корешка».

Для управления состоянием панели служат команды контекстного меню ее заголовка. *Плавающая* - позволяет перевести зафиксированную панель в «плавающее» состояние. Если включено автоматическое сворачивание панели, то команда *Плавающая* недоступна. *Зафиксированная* - позволяет перевести «плавающую» панель в зафиксированное состояние. Если включено автоматическое сворачивание панели, то команда *Зафиксированная* недоступна. *Свернуть* - позволяет включить автоматическое сворачивание зафиксированной панели. Чтобы отключить автоматическое сворачивание, вызовите команду повторно. *Заккрыть* - позволяет закрыть панель. После закрытия панели она исчезает с экрана. Чтобы вернуть ее, необходимо вызвать команду отображения панели на экране. Если *Панель свойств* зафиксирована горизонтально (у верхней или нижней границы окна), то роль заголовка играет рельефная вертикальная линия у левого края Панели

Компас-3d позволяет работать одновременно с несколькими различными документами. Каждый документ, который создается вновь или открывается для редактирования, отображается в отдельном окне. При необходимости с одним и тем же графическим документом или документом-моделью можно работать в нескольких окнах. Чтобы открыть дополнительно окно документа, вызовите команду *Окно – Новое окно документа*. В разных окнах могут отображаться разные части документа в разных масштабах. Каждое окно имеет заголовок, который содержит название отображающегося в нем документа, кнопку системного меню и кнопки управления окном. Приемы работы с окнами стандартны (перетаскивание окна за его заголовок мышью, изменение границ окна и т.д.) и ничем не отличаются от принятых в других Windows-приложениях. Чтобы разместить на экране окна документов удобным образом, используйте команды *Каскад* и *Мозаика...* из меню *Окно*.

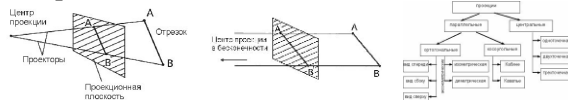
Для последовательного переключения между окнами документов можно использовать комбинацию клавиш  $\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle F6 \rangle$ , а для произвольного - команды меню *Окно*. Кроме того, для выбора текущего документа можно пользоваться закладками документов. Управление документами и окнами возможно также в диалоге, вызываемом командой *Окно – Все окна*. В окне просмотра диалога перечислены все окна, открытые в текущем сеансе работы. Выбрав один или несколько документов в

этом списке, вы можете, воспользовавшись соответствующими кнопками, выполнить одно из следующих действий: активизировать (возможно, если выделен один документ), сохранить, закрыть, расположить каскадом, расположить горизонтально, расположить вертикально, минимизировать.

**Тема 1.3. Представление информации и ее машинная генерация. Работа с окнами графического пакета компас-3d. Документы компас-3d. Типы документов.**

*Представление информации и ее машинная генерация.* Математический аппарат, положенный в основу компьютерной графики, называют «компьютерная геометрия». С помощью компьютерной геометрии мы можем изменять масштаб изображений, вращать последние, смещать и трансформировать для улучшения наглядности перспективного изображения. Все эти преобразования можно выполнить на основе математических методов. В данном разделе мы рассмотрим виды проекций, трехмерные преобразования, алгоритмы растровой графики, алгоритмы удаления невидимых линий и ребер, модели расчета освещенности граней трехмерных объектов.

**Проецирование трехмерных объектов.** Для того чтобы увидеть на плоскости монитора трехмерное изображение, нужно уметь задать способ отображения трехмерных точек в двумерные. Способ перехода от трехмерных объектов к их изображениям на плоскости будем называть проекцией. Проекция трехмерного объекта (представленного в виде совокупности точек) строится при помощи прямых проекционных лучей, называемых проекторами, проходящих через каждую точку объекта, пересекая картинную плоскость, образуя проекцию. Виды проекций. Тип проецирования на плоскую, а не искривленную поверхность, где в качестве проекторов используются прямые, а не искривленные линии, называется плоской геометрической проекцией или просто проекцией. Плоские геометрические проекции делятся на два вида: центральные (перспективные); параллельные (аксонометрические). Если центр проекции находится на конечном расстоянии от проекционной плоскости, то проекция – центральная. Если же центр проекции удален на бесконечность, то проекция – параллельная.

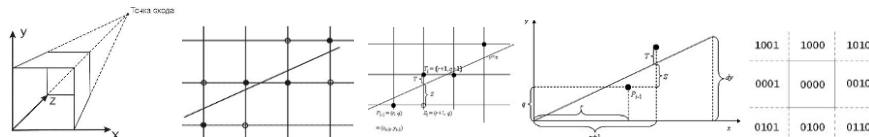


**Классификация проекций.** Параллельные проекции делятся на два типа: 1) ортогональные (направление проецирования является нормалью к проекционной плоскости); 2) косоугольные (направление проецирования и нормаль к проекционной плоскости не совпадают).

При аксонометрическом проецировании сохраняется параллельность прямых, а углы изменяются. В изометрической проекции нормаль к проекционной плоскости и направление проецирования составляет равные углы с каждой из осей системы координат.

Косоугольные (наклонные) проекции сочетают в себе свойства ортогональных проекций (видов спереди, сверху и сбоку) со свойствами аксонометрии. В этом случае проекционная плоскость перпендикулярна главной координатной оси, поэтому сторона объекта, параллельная этой плоскости, проецируется так, что можно измерить углы и расстояния. Двумя важными видами косоугольных проекций являются проекции: 1) Кавалье (cavalier); 2) Кабине (cabinet).

Центральная проекция приводит к визуальному эффекту перспективного укорачивания, когда размер проекции объекта изменяется обратно пропорционально расстоянию от центра проекции до объекта. Центральная проекция любой совокупности параллельных прямых, которые не параллельны проекционной плоскости, будет сходиться в точке схода. Если совокупность прямых параллельна одной из главных координатных осей, то их точка схода называется главной точкой схода. В зависимости от того, сколько координатных осей пересекает проекционную плоскость, различают три вида проекций: 1. Одноточечная. 2. Двухточечная (широко применяется в архитектурном, инженерном и промышленном проектировании). 3. Трехточечная центральная (практически не используется).



**Трехмерное моделирование объектов.** В настоящее время благодаря новейшим средствам, заложенным в микропроцессор, трехмерные объекты строятся на основе математического моделирования, а затем посредством специальных аппаратных и программных средств трехмерной графики происходит визуализация объектов на монитор компьютера. Традиционно для моделирования трехмерных объектов используются треугольники или многоугольники. Затем выполняются модельные преобразования (перенос, вращение и изменение масштаба). Далее выбирается модель освещения и вычисляется освещенность объектов. Затем изменяются размеры треугольников в зависимости от положения точки наблюдения сцены. Для усиления эффекта

трехмерной глубины в моделях объектов удаляют невидимые линии, закрашивают и накладывают текстуру на треугольники, затем для устранения эффекта ступенчатости изображения применяют алгоритм сглаживания.

Трехмерные матричные преобразования. Алгоритмы растровой графики. Поскольку растровые изображения состоят из множества дискретных точек, то для работы с ними необходимы специальные алгоритмы. Рисование отрезка прямой линии – одна из простейших задач растровой графики. Смысл ее заключается в вычислении координат пикселей, находящихся вблизи непрерывных отрезков, лежащих на двумерной растровой сетке. Простейшие пошаговые алгоритмы построения отрезка с помощью известного уравнения прямой  $y = kx + b$  имеют ряд недостатков, связанных с выполнением операций с вещественными числами и накоплением ошибок округления. Эти недостатки устранены в следующем алгоритме Брезенхейма, в котором не используются вещественные числа, а требуются минимальные арифметические возможности: сложение, вычитание и умножения на 2 для сдвига влево.

Алгоритмы удаления невидимых линий и поверхностей. Задача удаления невидимых линий и поверхностей является одной из наиболее сложных задач в компьютерной графике. Для решения данной задачи были разработаны специальные алгоритмы, целью которых является удаление тех линий ребер, поверхностей, граней или объемов, которые невидны наблюдателю. Идея алгоритмов удаления невидимых линий и поверхностей заключается в следующем: чем дальше расположен объект от точки наблюдения, тем больше вероятность, что он будет полностью или частично заслонен другим, более близким к наблюдателю, объектом.

Выделяют три класса таких алгоритмов: 1. Алгоритмы, работающие в пространстве объекта. Для определения видимости данной поверхности сравнивается ее взаимное расположение с остальными поверхностями объекта в трехмерной сцене. Алгоритм Робертса. 2. Алгоритмы, работающие в пространстве изображения (экрана). Они основаны на нахождении точки ближайшей поверхности, которую пересекает луч зрения, проходящий через заданную точку на растре. Алгоритм плавающего горизонта; Алгоритм Коэна – Сазерленда; Модифицированный вариант алгоритма Коэна- Сазерленда; Алгоритм с использованием z-буфера; Метод трассировки лучей; Алгоритм Варнока; Алгоритм Вейлера – Азертонна. 3. Алгоритмы, формирующие список приоритетов, работают попеременно в обеих системах координат (объекта и изображения). Алгоритм Ньюэла – Ньюэла – Санча (алгоритм удаления невидимых граней методом сортировки по глубине);

Алгоритм Робертса удаляет из каждого тела те ребра или грани, которые скрываются самим телом. Затем каждое из видимых ребер каждого тела сравнивается с каждым из оставшихся тел для определения того, какая его часть или части, если таковые есть, скрываются этими телами. При этом вычислительная трудоемкость алгоритма Робертса растет теоретически, как квадрат числа объектов. Математические методы, используемые в этом алгоритме, просты, мощны и точны. Алгоритм плавающего горизонта. Алгоритм сначала упорядочивает плоскости  $z = \text{const}$  по возрастанию расстояния до них от точки наблюдения. Затем для каждой плоскости, начиная с ближайшей к точке наблюдения, строится кривая, лежащая на ней, т.е. для каждого значения координаты  $x$  в пространстве изображения определяется соответствующее значение  $y$ . Если на текущей плоскости при некотором заданном значении  $x$  соответствующее значение  $y$  на кривой больше значения  $y$  для всех предыдущих кривых при этом значении  $x$ , то текущая кривая видима в этой точке; в противном случае она невидима.

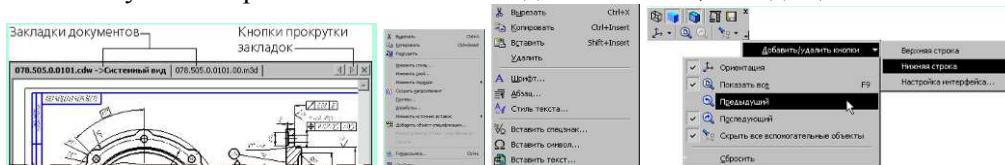
Алгоритм Коэна – Сазерленда предназначен для отсекаания отрезков. Он был разработан Дэном Коэном и Айвеном Сазерлендом в Гарварде в 1966-1968 гг. Алгоритм разделяет плоскость на девять частей прямыми, которые образуют стороны прямоугольника. Каждой из девяти частей присваивается четырехбитный код. Окну присваивается код 0000. Конечным точкам отрезка присваивается 4-битный код «вне/внутри» в зависимости от нахождения отрезка в соответствующей подобласти. Каждому биту присваивается значение 1 в соответствии со следующим правилом. Бит 1 – точка находится выше окна; Бит 2 – точка находится ниже окна; Бит 3 – точка находится справа от окна; Бит 4 – точка находится слева от окна.

*Работа с окнами графического пакета компас-3d. Закладки документов.* Основное назначение закладок - быстрое переключение между окнами документов. Для включения и отключения закладок предназначена команда *Окно – Показать закладки*. Если рядом с этой командой в меню отображается «галочка», то закладки находятся на экране. На закладках документов написаны их имена. Способ отображения имен - полные или короткие - зависит от настройки показа имен файлов.

Использование закладок возможно только при развернутых (максимизированных) окнах документов. Поэтому при включении отображения закладок все открытые окна автоматически разворачиваются. Системные кнопки *Свернуть* и *Восстановить* у окон исчезают, а кнопка *Закреть* помещается справа от закладок. Чтобы активизировать окно документа, щелкните мышью по его

закладке. Контекстное меню закладки содержит команды для управления документом (*Сохранить*), окном документа (*Закреть*) и отображением закладок (*Вверх*, *Вниз*, *Показать закладки*).

**Рабочая область.** Вы можете разделить рабочую область главного окна системы на несколько частей. В каждой из них может находиться одно или несколько окон документов. Разделение возможно, когда открыто более одного окна и включен показ закладок документов. Чтобы разделить рабочую область, «перетащите» мышью любую закладку в окно документа или на правую границу рабочей области. Рабочая область будет разделена по вертикали на две части. Аналогичным образом левую часть – при условии, что в ней осталось более одного окна – можно разделить еще на две части. Вы можете перемещать окна между областями, «перетаскивая» закладки мышью из одной области в другую. Для изменения ширины областей «перетаскивайте» мышью их границы. Чтобы вернуться к первоначальному виду рабочей области (т.е. «собрать» все ее части вместе), «перетащите» в любую часть рабочей области закладки всех окон, находящихся вне этой части.



**Контекстные меню и контекстные панели.** Контекстное меню появляется на экране при нажатии правой кнопки мыши. Состав меню зависит от объекта, на который указывал курсор во время нажатия кнопки мыши, и от выполняемого действия. При этом в меню собраны команды, наиболее типичные для данного момента работы. Контекстная инструментальная панель появляется на экране: при выделении объектов в окне документа, при выделении объектов в *Дереве* чертежа или в *Дереве модели*, при щелчке мышью в свободном месте документа, при вызове контекстного меню, кроме случаев вызова контекстного меню во время работы какой-либо команды.

Контекстная панель включает кнопки вызова наиболее часто используемых команд. Состав панели зависит от типа выделенного объекта, от типа документа и от текущего режима работы. Не предусмотрено появление контекстной панели при выделении следующих объектов: обозначения для строительства, обозначения для машиностроения, кроме линии-выноски и обозначения позиции, радиальный размер с изломом и размер высоты, OLE-вставка.



Контекстная панель при выделении: а) геометрического объекта в чертеже или фрагменте, б) грани тела в сборке, в) фрагмента текста в текстовом документе, г) геометрического объекта в эскизе трехмерного элемента. Кроме того, вы можете настроить отображение контекстной панели (в том числе отключить ее появление в документах того или иного типа). Для этого вызовите команду *Сервис – Параметры – Система – Общие – Контекстная панель*. Контекстная панель, появляющаяся при вызове контекстного меню, не содержит кнопки *Настройка интерфейса*.

Контекстная панель отображается полупрозрачной, а при наведении на нее курсора становится непрозрачной. Если отвести курсор от выделенного объекта или вызвать какую-либо команду, контекстная панель исчезает. Удобство работы с контекстными меню и панелями обеспечивается тем, что в них сгруппированы команды, находящиеся в разных разделах Главного меню, но часто используемые при работе. Кроме того, вызов команд ускоряется, так как контекстное меню появляется на экране в том месте, где его вызвали щелчком мыши, а контекстная панель — рядом с курсором. Чтобы закрыть контекстное меню и/или контекстную панель, нажмите клавишу <Esc>.

**Документы компас-3d Типы документов.** Трехмерные модели. *Деталь* - модель изделия, изготавливаемого из однородного материала, без применения сборочных операций. Файл детали имеет расширение *m3d*. *Сборка* - модель изделия, состоящего из нескольких деталей с заданным взаимным положением. В состав сборки могут также входить другие сборки (подсборки) и стандартные изделия. Файл сборки имеет расширение *a3d*. **Графические документы.** *Чертеж*. Основной тип графического документа в КОМПАС-3D – *чертеж*. Чертеж содержит графическое изображение изделия, основную надпись, иногда — дополнительные элементы оформления (знак неуказанной шероховатости, технические требования и т.д.). Чертеж компас-3d может содержать один или несколько листов. Для каждого листа можно задать формат, кратность, ориентацию и др. свойства. В файле чертежа компас-3d могут содержаться не только чертежи (в понимании ЕСКД), но и схемы, плакаты и прочие графические документы. Файл чертежа имеет расширение *cdw*. **Фрагмент.** Вспомогательный тип графического документа в компас-3d – *фрагмент*. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления документа. Он используется для хранения изображений, которые не нужно оформлять как отдельный лист (эскизные прорисовки, разработки и т.д.). Кроме того, во фрагментах также хранятся созданные типовые решения для последующего использования в других документах. Файл



фрагмента имеет расширение *frw*. *Текстовые документы, спецификации*. *Спецификация* – документ, содержащий информацию о составе сборки, представленную в виде таблицы. Спецификация оформляется рамкой и основной надписью. Она часто бывает многостраничной. Файл спецификации имеет расширение *srw*. *Текстовый документ*. Документ, содержащий преимущественно текстовую информацию — *текстовый документ*. Текстовый документ оформляется рамкой и основной надписью. Он часто бывает многостраничным. В текстовом документе могут быть созданы пояснительные записки, извещения, технические условия и т.п. Файл текстового документа имеет расширение *kdw*.

#### **Тема 1.4. Виды компьютерной графики. Графические языки. Системы координат и единицы измерения в документах компас-3d**

По способам задания изображений графику можно разделить на категории: Двухмерная графика Двухмерная (2d - от англ. two dimensions - «два измерения») компьютерная графика классифицируется по типу представления графической информации, и следующими из него алгоритмами обработки изображений. Обычно компьютерную графику разделяют на векторную и растровую, хотя обособляют ещё и фрактальный тип представления изображений. Векторная графика. Векторная графика представляет изображение как набор геометрических примитивов. Обычно в качестве них выбираются точки, прямые, окружности, прямоугольники, а также как общий случай, некоторого порядка. Объектам присваиваются некоторые атрибуты, например, толщина линий, цвет заполнения. Рисунок хранится как набор координат, векторов и других чисел, характеризующих набор примитивов. При воспроизведении перекрывающихся объектов имеет значение их порядок.

Изображение в векторном формате даёт простор для редактирования. Изображение может без потерь масштабироваться, поворачиваться, деформироваться, также имитация трёхмерности в векторной графике проще, чем в растровой. Дело в том, что каждое такое преобразование фактически выполняется так: старое изображение (или фрагмент) стирается, и вместо него строится новое. Математическое описание векторного рисунка остаётся прежним, изменяются только значения некоторых переменных, например, коэффициентов. При преобразовании растровой картинку исходными данными является только описание набора пикселей, поэтому возникает проблема замены меньшего числа пикселей на большее (при увеличении), или большего на меньшее (при уменьшении). Простейшим способом является замена одного пикселя несколькими того же цвета (метод копирования ближайшего пикселя: Nearest Neighbour). Более совершенные методы используют алгоритмы интерполяции, при которых новые пиксели получают некоторый цвет, код которого вычисляется на основе кодов цветов соседних пикселей. Подобным образом выполняется масштабирование в программе Adobe Photoshop (билинейная и бикубическая интерполяция). Вместе с тем, не всякое изображение можно представить как набор из примитивов. Такой способ представления хорош для схем, используется для масштабируемых шрифтов, деловой графики, очень широко используется для создания мультфильмов и просто роликов разного содержания.

Растровая графика. Растровая графика всегда оперирует двумерным массивом (матрицей) пикселей. Каждому пикселю сопоставляется значение - яркости, цвета, прозрачности - или комбинация этих значений. Растровый образ имеет некоторое число строк и столбцов. Без особых потерь растровые изображения можно только лишь уменьшать, хотя некоторые детали изображения тогда исчезнут навсегда, что иначе в векторном представлении. Увеличение же растровых изображений оборачивается «красивым» видом на увеличенные квадраты того или иного цвета, которые раньше были пикселями. В растровом виде представимо любое изображение, однако этот способ хранения имеет свои недостатки: большой объём памяти, необходимый для работы с изображениями, потери при редактировании.

Фрактальная графика. Фрактал - объект, отдельные элементы которого наследуют свойства родительских структур. Поскольку более детальное описание элементов меньшего масштаба происходит по простому алгоритму, описать такой объект можно всего лишь несколькими математическими уравнениями. Фракталы позволяют описывать целые классы изображений, для детального описания которых требуется относительно мало памяти. С другой стороны, фракталы слабо применимы к изображениям вне этих классов.

Трёхмерная графика. Трёхмерная графика (3d - от англ. three dimensions - «три измерения») оперирует с объектами в трёхмерном пространстве. Обычно результаты представляют собой плоскую картинку, проекцию. Трёхмерная компьютерная графика широко используется в кино, компьютерных играх. В трёхмерной компьютерной графике все объекты обычно представляются как набор поверхностей или частиц. Минимальную поверхность называют полигоном. В качестве полигона обычно выбирают треугольники. Всеми визуальными преобразованиями в 3d-графике управляют. В компьютерной графике используется три вида матриц: матрица поворота; матрица

сдвига; матрица масштабирования. Любой полигон можно представить в виде набора из координат его вершин. Так, у треугольника будет 3 вершины. Координаты каждой вершины представляют собой вектор  $(x, y, z)$ . Умножив вектор на соответствующую матрицу, мы получим новый вектор. Сделав такое преобразование со всеми вершинами полигона, получим новый полигон, а преобразовав все полигоны, получим новый объект, повернутый/сдвинутый/масштабированный относительно исходного.

*Графические языки.* Имеется два подхода к построению систем программирования с языками машинной геометрии и графики высокого уровня. Первый подход состоит в создании автономного языка, второй - в необходимой модификации того или иного исходного алгоритмического языка. Первый подход позволяет создать язык, наиболее соответствующий специфике работы с графической и геометрической информацией, но только в том классе приложений, для которых предназначался язык. Исторически основная область приложений таких языков - автоматизация программирования для оборудования с ЧПУ; системы автоматизации проектно-конструкторских работ, требующие средств работы с данными, отсутствующих в широко распространенных алгоритмических языках; системы геометрического моделирования. Одним из первых проблемно-ориентированных языков, имеющих средства для описания геометрической информации, явился язык АРТ (AUTOMATED PROGRAMMING TOOLS). Этот язык послужил основой для разработки разнообразных систем автоматизации программирования для станков с ЧПУ.

В работе предложен базовый проблемно-ориентированный язык описания графической информации ОГРА, предназначенный для описания графических конструкторских документов и операций их формирования в системах автоматизированного проектирования. В работах описан комплекс САГРАФ, предназначенный для использования в учебной системе коллективного пользования МИФИ для решения задач машинной геометрии и графики. В комплексе имеются подсистемы геометрического синтеза, геометрического анализа и графического моделирования. В качестве примеров систем с автономным языком высокого уровня могут также служить системы геометрического моделирования трехмерных тел - СОМРАС и СИМАК-Д. Система СОМРАС (COMPUTER ORIENTED PART CODING) предназначена для формирования описания объемных тел из объемных элементов формы - (метод конструктивной геометрии). Кроме трех базовых объемных элементов (кубы, цилиндры, конусы), могут использоваться профилированные детали, получаемые перемещением замкнутого контура вдоль прямой или дуги, а также тела вращения, получаемые вращением замкнутого контура вокруг оси. Элементы задаются, позиционируются и орамериваются языковыми конструкциями, напоминающими АРТ. Составление детали из объемных элементов производится с помощью операций объединения, вычитания и отсечения. Автономные графические языки, как всякая специализированная разработка, обладают высокой эффективностью в своей области приложений, однако разработка и использование таких языков сопряжена с рядом проблем: довольно значительные затраты на создание языка и транслятора с него, так, например, трудозатраты на систему СОМРАС составили около 40 ч/лет; затраты на внедрение, на включение языка в работающую систему программирования и на обучение пользователей, которые не всегда охотно берутся за изучение еще одного языка, а предпочитают пользоваться процедурными расширениями известных им алгоритмических языков: ALGOL, FORTRAN, PL-1, PASCAL и т.д.; трудности с последующим расширением языка.

Одна из первых реализаций графического расширения FORTRANa система GRAF (GRAPHIC ADDITIONS TO FORTRAN). Расширение основывается на введении нового типа переменных DISPLAY, значениями которых являются последовательности графических команд устройства. Имеются встроенные и пользовательские DISPLAY-функции. Из DISPLAY-переменных и функций строятся выражения этого типа. Оператор DISPLAY-присваивания присваивает вычисленное значение переменной соответствующего типа. Предусмотрены средства стирания и вывода на оконечные устройства дисплейных переменных, чтения/записи дисплейного файла, опроса наличия сигналов внимания с графических устройств ввода. В качестве более мощного (и позднего) графического расширения FORTRANa можно упомянуть систему GALA. Также вводится новый тип данных - BILD. Значениями этого типа могут обладать переменные и константы. В качестве системных констант этого типа имеются элементарные изображения (в том числе пустое). Над данными этого типа определены операторы преобразований. Для построения сложных изображений используется, так называемый, оператор совмещения. Над изображением определены операторы манипулирования и опроса. Изображения могут проверяться в условных операторах. Имеются операторы вывода изображений с назначением преобразований и окна отсечения. Средства ввода обеспечивают ожидание и получение данных, разрешение и запрет прерываний. GALA-программа может структурироваться на поименованные сегменты с параметрами или без.

Наряду с FORTRANом в качестве языка для графического расширения использовался ALGOL. Так в описана система DIGOS, которая состоит из геометрически ориентированного языка, его

интерпретатора и трехуровневой структуры данных (PDS - параметрической кольцевой структуры, элементы которой формируются операторами геометрически-ориентированного языка; DDSR3 - структуры данных 3d представления, формируемой из PDS при активации вывода; DDSR2 - структуры данных 2d представления, формируемой из DDSR3 при выполнении преобразований, проецирования и отображения). В языке предусмотрены 2 группы геометрических операндов - простые геометрические элементы (точки, прямые, плоскости, последовательности точек, поверхности, тела) и составные геометрические элементы, образованные либо из элементов одного, либо разных типов. Над геометрическими операндами определены геометрические операции.

Предусмотрено три разновидности элементов данных типа GRAPHIC: DESIGN, из которых строится изображение, все или некоторые элементы которого могут меняться (пример - вывод на дисплей); DISPLAY - аналогично DESIGN, но не может быть изменений (пример - вывод на графопостроитель); STORAGE - для запоминания и последующего воспроизведения изображений. Оператор GET используется для извлечения изображения из элемента данных, оператор ERASE - для выборочного либо полного стирания. Предусмотрены также средства для ведения очереди ввода и манипулирования ею.

*Системы координат и единицы измерения в документах компас-3d.* При работе в компас-3d используются стандартные правые декартовы системы координат. В каждом графическом документе и документе-модели присутствует абсолютная система координат. Ее удаление из документа невозможно. В трехмерной модели система координат определяет координатные плоскости. Система координат условно показывается на экране в виде трех ортогональных отрезков, а плоскости — в виде прямоугольников, лежащих в этих плоскостях. При необходимости возможно создание локальных систем координат. Система координат в графическом документе лежит в плоскости, параллельной экрану, и отображается в виде двух ортогональных стрелок. При необходимости возможно создание локальных систем координат. Подробнее о системах координат в графических документах рассказано в главе

*Единицы измерения.* В компас-3d используется стандартная метрическая система мер. Умолчательная единица измерения длины - миллиметр. В этих единицах задаются и отображаются линейные параметры (например, длина отрезка, радиус окружности, величина сдвига) на Панели свойств, значения в размерных надписях линейных размеров, координаты курсора и т.д. Умолчательная единица измерения угла - градус. В этих единицах задаются и отображаются угловые параметры (например, угол раствора дуги или угол поворота копии объекта) на Панели свойств. Значения в размерных надписях угловых размеров по умолчанию отображаются в градусах. При черчении в компас-3d пользователь всегда оперирует реальными размерами объектов (в масштабе 1:1), а размещение изображения на чертеже нужного формата выполняется путем выбора подходящего масштаба вида. Чтобы создать новый документ, вызовите команду *Файл - Создать*. На экране появится диалог создания документа.



На вкладке *Шаблоны* можно выбрать нужный шаблон для нового документа. Если использование шаблона не требуется, выберите тип документа на вкладке *Новые документы*. Нажмите кнопку *ОК* для создания документа заданного типа или по заданному шаблону. Другим способом создания нового документа является выбор его из меню кнопки *Создать*. Команды этого меню можно расположить в виде кнопок на отдельной панели и поместить ее в любом удобном месте. Для этого «перетащите» меню кнопки *Создать* мышью за заголовок в любом направлении. Будет сформирована панель *Новый документ*. Сохранение документа в первый раз. Для сохранения документа вызовите команду *Файл — Сохранить*. На экране появится диалог сохранения файла. Укажите в нем папку, в которую требуется записать документ, введите имя файла и нажмите кнопку *Сохранить*. По умолчанию предлагается расширение файла, соответствующее типу документа. При попытке сохранения документа в уже существующем файле выдается запрос для подтверждения перезаписи (замены старого документа новым). *Сохранение документа под другим именем*. Иногда требуется сохранить документ после его редактирования, оставив неизменной старую редакцию файла. В этом случае применяется сохранение документа под другим именем или в другом месте на диске. Вызовите команду *Файл - Сохранить как...* Дальнейшие действия аналогичны сохранению документа в первый раз. Отличие в том, что диалог информации о документе не появляется. Кроме того, команда *Сохранить как...* позволяет также сохранять компас-документы в виде шаблонов для новых документов, конвертировать компас-документы в другие форматы, а при работе с трехмерными моделями - также записывать деталь в файл сборки и сборку в файл детали.

Можно открывать документы, находящиеся в одной папке, друг за другом без обращения к команде *Файл - Открыть* или Проводнику Windows. Для перехода от одного документа к другому

служат команды *Предыдущий документ* и *Следующий документ*. Предыдущим (последующим) документом по отношению к текущему считается документ, находящийся в той же папке, что и текущий, и предшествующий ему (следующий за ним) при упорядочении файлов по типу. При вызове команды *Предыдущий документ* в активном окне открывается предыдущий документ по отношению к текущему, а при вызове команды *Следующий документ* - последующий. Таким образом, если текущий документ был открыт в одном окне, то при вызове команды *Предыдущий документ* или *Следующий документ* этот документ закрывается. Если документ, открытый в активном окне, последний в отсортированном по типу списке файлов, то недоступна команда *Следующий документ*, а если первый — то команда *Предыдущий документ*.

Чтобы закрыть документ, вызовите команду *Файл - Закреть*. Если документ содержит изменения, которые не были сохранены, на экране появится запрос на выполнение записи закрываемого документа. Информацию о документе составляют различные справочные сведения об этом документе, хранящиеся вместе с ним, например, имя автора, дата и время создания, атрибуты и другие. Просмотреть и отредактировать эти сведения можно в диалоге *Информация о документе*. Для вызова этого диалога служит команда *Файл - Информация о документе...* Кроме того, он автоматически появляется на экране при первом сохранении документа. Элементы управления диалога информации представлены в таблице.

### **Тема 1.5. Архитектура графических терминалов и графических рабочих станций. Видеоадаптеры VGA и SVGA. Работа в окне документа**

*Архитектура графических терминалов и графических рабочих станций. Видеоадаптеры VGA и SVGA.* SuperVGA (англ. Super Video Graphics Array) - общее название видеоадаптеров, совместимых с VGA, но имеющих расширенные по отношению к нему возможности - разрешения от 800x600 и выше при количестве цветов от 2(монохромный режим) до 16 миллионов (24 бит на пиксель), а также большие объемы видеопамати. Обязательной поддержки какого либо режима, кроме стандартных режимов VGA и режима 800x600, название SVGA не подразумевает. Все современные (и не очень) популярные видеокарты можно отнести к данному классу, вследствие чего название практически не используется. Стандарта SVGA не существует, но практически все SVGA-видеоадаптеры начиная с некоторого времени следуют стандарту VESA. Наиболее распространенные видеорежимы: 800x600, 1024x768, 1280x1024, 1600x1200. Также аббревиатурой SVGA называют разрешение экрана 800x600.

Архитектура видеоадаптера VGA. VGA (так же, как и EGA) состоит из следующих основных подсистем (в народе словом «секвенсер» называли набор регистров управления доступом к плоскостям видеопамати). Графический контроллер (Graphics Controller), посредством которого происходит обмен данными между центральным процессором и видеопаматью. Имеет возможность выполнять битовые операции над передаваемыми данными. Видеопамать (Display Memory), в которой размещаются данные, отображаемые на экране монитора. 256 кБ DRAM разделены на четыре цветовых слоя по 64 кБ. Последовательный преобразователь (Serializer или Sequencer) - преобразует данные из видеопамати в поток битов, передаваемый контроллеру атрибутов. Контроллер атрибутов (Attribute Controller) - с помощью палитры преобразует входные данные в цветовые значения. Синхронизатор (Sequencer) - управляет временными параметрами видеоадаптера и переключением цветовых слоёв. Контроллер ЭЛТ (CRT Controller) - генерирует сигналы синхронизации для ЭЛТ. В отличие от CGA и EGA, основные подсистемы располагаются в одной микросхеме, что позволяет уменьшить размер видеоадаптера (EGA тоже был реализован в одном чипе, по крайней мере его тайванские неоригинальные клоны). В компьютерах PS/2 видеоадаптер VGA интегрирован в материнскую плату.

Имеется возможность загрузки восьми и одновременного вывода на экран двух различных шрифтов. В VGA BIOS хранятся следующие виды шрифтов и функции для их загрузки и активации: 8x16 пикселей (стандартный шрифт VGA), 8x14 (для совместимости с EGA), 8x8 (для совместимости с CGA). Как правило, эти шрифты соответствуют кодовой странице CP437. Также поддерживается программная загрузка шрифтов, которую можно использовать, например, для русификации.

Доступны следующие стандартные режимы: 40x25 символов, 16 цветов, разрешение 360x400 пикселей. 80x25 символов, 16 цветов, разрешение 720x400 пикселей. 80x25 символов, монохромный, разрешение 720x400 пикселей. Используя шрифты меньших размеров, чем стандартный 8x16, можно увеличить количество строк в текстовом режиме. Например, если включить шрифт 8x14, то будет доступно 28 строк. Включение шрифта 8x8 увеличивает количество строк до 50 (аналогично режиму EGA 80x43).

Графические режимы. В отличие от своих предшественников (CGA и EGA) видеоадаптер VGA имел видеорежим с квадратными пикселями (то есть, на экране с соотношением сторон 4:3 соотношение горизонтального и вертикального разрешений было также 4:3). У адаптеров CGA и EGA пиксели были вытянуты по вертикали.

Стандартные графические режимы: 320×200 пикселей, 4 цвета; 320×200 пикселей, 16 цветов; 320×200 пикселей, 256 цветов (новый для VGA); 640×200 пикселей, 2 цвета; 640×200 пикселей, 16 цветов; 640×350 пикселей, монохромный; 640×350 пикселей, 16 цветов; 640×480 пикселей, 2 цвета. При разрешении 640×480 пиксел имеет пропорции 1:1 (новый для VGA); 640×480 пикселей, 16 цветов (новый для VGA).

Нестандартные графические режимы (X-режимы). Перепрограммирование VGA позволяло достичь более высоких разрешений по сравнению со стандартными режимами VGA. Наиболее распространенные режимы таковы: 320×200, 256 цветов, 4 страницы. Ничем внешне не отличающийся от режима 13h (320×200, 256 цветов), этот режим имел четыре видеостраницы. Это позволяло реализовать двойную и даже тройную буферизацию; 320×240, 256 цветов, 2 страницы. В этом режиме страниц меньше, зато квадратные пиксели; 360×480, 256 цветов, 1 страница. Наибольшее разрешение на 256 цветах, которое позволяет VGA. Во всех этих режимах используется плоскостная организация видеопамати, концептуально похожая на используемую в 16цветных режимах, но использующая для формирования цвета по 2 бита из каждой плоскости, а не по 1 - т.е. биты 0-1 байта 0 в плоскости 0 давали биты 0-1 цвета пиксела 0, те же биты в плоскости 1 - биты 2-3 цвета, и т.д. Следующие биты того же байта давали цвета следующих пикселей, т.е. 4 расположенные «один параллельно другому» по одному адресу байта в 4 плоскостях задавали цвет 4 пикселей.

Такая организация видеопамати позволяла использовать всю видеопамать карты, а не только плоскость 0 в 64К, для формирования 256-цветной картинки, что давало возможность использования высоких разрешений, или же многих страниц. Для работы с такой памятью использовался тот же секвенсер, что и в 16цветных режимах.

Видеоподсистема компьютера. Мониторы. Видеоподсистема любого компьютера состоит из двух основных частей - видеоадаптера и монитора, подключаемого к видеоадаптеру. Видеоадаптер может быть оформлен в виде отдельной платы, вставляемой в слот расширения компьютера, или может быть расположен непосредственно на системной плате компьютера. Существует несколько основных способов формирования изображения на экране монитора. Наиболее распространены так называемые мониторы с электронно-лучевыми трубками (ЭЛТ). Вы наверняка знакомы с электронно-лучевыми трубками. Они используются практически во всех бытовых телевизионных приемниках.

Применение ЭЛТ в блокнотных и переносных компьютерах невозможно вследствие ее большого размера и большой потребляемой мощности. Поэтому для них используют жидкокристаллические и газоразрядные панели. В настоящее время разработаны и выпускаются компьютеры с цветными жидкокристаллическими экранами, не уступающие по качеству многим мониторам с электронно-лучевыми трубками. Большинство видеоадаптеров может работать как в текстовых, так и в графических режимах. Возможность отображения графической информации отсутствует только у самого первого видеоадаптера фирмы IBM - MDA. Он использовался вместе с монохромным монитором. Сегодня видеоадаптер MDA и монохромный монитор стали большой редкостью. Они не отвечают потребностям современных пользователей.

С появлением операционной системы Windows требования к видеоподсистеме компьютера многократно возросли. Ни видеоадаптер EGA, ни видеоадаптер VGA не обеспечивают необходимой разрешающей способности и количества одновременно отображаемых цветов. Поэтому многие фирмы приступили к выпуску собственных расширенных версий видеоадаптера VGA. Они получили общее название SVGA (Super VGA). Видеоадаптеры SVGA не являются устоявшимся стандартом, наподобие EGA и VGA. Различные фирмы выпускают адаптеры SVGA, имеющие различные возможности. При этом они не всегда совместимы друг с другом. Способность видеоадаптера отображать большое количество цветов с высоким разрешением тесно связана с объемом его видеопамати. Выпускаются адаптеры с видеопаматью двух типов - DRAM (динамическая оперативная память) и VRAM (специальная видеопамать). Различие между DRAM и VRAM состоит в том, что к памяти VRAM могут одновременно и независимо получить доступ два устройства. Поэтому VRAM иногда называют двух портовой памятью. Видеоадаптеры, в которых установлена память VRAM обладают большей производительностью, по сравнению с видеоадаптерами, имеющими память DRAM. Однако стоимость таких видеоадаптеров значительно выше.



Для облегчения использования графических сопроцессоров вместе с ними поставляются драйверы к различным операционным системам и отдельным программам. Большинство видеоадаптеров продаются с драйверами для операционных систем Windows и OS/2, а также с драйверами для системы автоматизированного проектирования компас -3d. Таким образом, в большинстве случаев у вас нет необходимости самим программировать графические сопроцессоры. Чтобы увеличить производительность работы видеоадаптеров, на новых моделях видеоадаптеров устанавливают 64-разрядные графические сопроцессоры. Они значительно превосходят старые 16 и 32-разрядные модели адаптеров. Примером видеоадаптера с 64-разрядным графическим сопроцессором может служить плата Diamond Stealth 64. Практически все платы графического

акселератора и графические сопроцессоры могут работать в режимах High Color и True Color. Однако при таких объемах изображения, которые хранит видеопамять в режимах High Color и True Color, количество информации, передаваемое из оперативной памяти компьютера в видеопамять адаптера становится просто огромно. В этом случае замедление в отображении становится видимым даже при использовании видеоадаптером прямого доступа к оперативной памяти компьютера.

*Работа в окне документа компас-3d.* Графический курсор. Курсор - это главный инструмент при работе с компас-3d. С помощью курсора осуществляется вызов команд из меню или с помощью кнопок, создание и редактирование объектов, выполняется множество других действий. Внешний вид курсора зависит от типа активного документа и выполняемой операции. Стандартный вид курсора при нахождении в поле графического документа или документа-модели - это квадратная «ловушка». Параметры курсора (размер, цвет и др.) могут настраиваться пользователем. Настройка осуществляется в диалоге, вызываемом командой *Сервис - Параметры... - Система - Графический редактор - Курсор*.


Для быстрой активизации поля *Текущий шаг курсора* используйте комбинацию клавиш <Shift> + </> (клавишу </> необходимо нажимать на дополнительной цифровой клавиатуре). Список шагов и умолчательный шаг можно установить в диалоге настройки курсора.


Задание координат курсора. При работе с графическими документами можно ввести координаты точки, в которую требуется поместить курсор, в поля Координаты курсора на панели Текущее состояние. Для быстрой активизации этих полей используйте комбинацию клавиш <Alt> + <X>. После ее нажатия активным становится поле координаты X. Введите в него нужное значение. Чтобы перейти к полю координаты Y, нажмите клавишу <Tab>. Введите значение. Подтвердите задание координат курсора, нажав клавишу <Enter>. Можно указывать в полях координат курсора приращения к текущим координатам. Для этого введите символ ^, а затем - значение приращения.

*Увеличение и уменьшение масштаба отображения.* Чтобы увеличить или уменьшить масштаб отображения документа, вызовите команду *Увеличить масштаб* или *Уменьшить масштаб*. По умолчанию коэффициент изменения масштаба равен 1,2.  , . Чтобы изменить данный коэффициент для документов-моделей, вызовите команду *Сервис - Параметры... - Система - Редактор моделей - Управление изображением*. Чтобы изменить данный коэффициент для графических документов, вызовите команду *Сервис - Параметры... - Система - Графический редактор - Редактирование*. Чтобы изменить данный коэффициент для текстовых документов, отчетов и спецификаций, вызовите команду *Сервис - Параметры... - Система - Текстовый редактор - Редактирование*.

В правой части появившегося диалога введите или выберите из списка значение коэффициента изменения масштаба. *Явное задание масштаба отображения*

Чтобы изменить масштаб, разверните список и выберите нужное значение. Можно также ввести значение с клавиатуры. При вертикальном расположении панели для вызова этого поля нажмите кнопку *Текущий масштаб*. Если требуется установить коэффициент текущего масштаба равным 1,0, удобно использовать команду *Масштаб 1,0*.

*Сдвиг изображения.* Сдвиг (прокрутка) изображения - перемещение изображения документа в окне без изменения масштаба отображения. Чтобы переместить изображение при работе с графическим документом или моделью, вызовите команду *Вид - Сдвинуть* или нажмите кнопку *Сдвинуть* на панели *Вид*. Курсор изменит свою форму. Для обращения к команде сдвига изображения можно также нажать комбинацию клавиш <Shift>+<Ctrl>, а затем левую кнопку мыши. В процессе выполнения различных команд ввода и редактирования на экране могут появляться вспомогательные линии и символы. В большинстве случаев после завершения команды компас-3d автоматически удаляет эти временные объекты. Однако иногда возникает необходимость обновить изображение. Чтобы обновить изображение в активном окне, вызовите команду *Обновить изображение*. После обновления изображения он появится вновь .

*Запуск и завершение операций.* Чтобы запустить операцию, следует вызвать соответствующую ей команду. Для большинства операций необходимо подтверждение выполнения. Чтобы подтвердить выполнение операции, необходимо нажать кнопку *Создать объект* на *Панели специального управления*. Команда *Создать объект* доступна также в контекстном меню .


*Параметры объектов* После вызова большинства команд создания объектов необходимо задать различные параметры этих объектов. Например, после вызова команды построения окружности требуется задание положения ее центра и радиуса, а после вызова команды построения тела выдавливания - направление, глубину выдавливания и величину уклона. Создать объект - значит определить все его параметры. При разработке моделей и чертежей с помощью компас-3d все параметры создаваемых объектов отображаются на *Панели свойств*. Каждому параметру

соответствует один элемент *Панели*. Параметры можно разделить на числовые (координаты точки, длина, угол, количество вершин и т.п.) и нечисловые (стиль линии, наличие осей симметрии и т.п.).



Рядом с названием большинства числовых параметров на *Панели свойств* находится переключатель, на котором отображается значок, соответствующий состоянию параметра. Если нечисловые параметры объекта можно задать только одним способом – выбрав нужный вариант на *Панели свойств*, то для задания числовых параметров доступно несколько способов. Первый, наиболее простой и наглядный способ задания параметров – указание нужных точек в окне документа. Этот способ может применяться в основном для графических объектов, так как среди трехмерных объектов сравнительно мало таких, чьи параметры можно было бы задать, указав лишь точки. Второй способ – ввод параметров в predetermined порядке – позволяет более гибко управлять параметрами объектов. Этот способ доступен при создании большинства объектов – как графических, так и трехмерных. Третий способ – задание значений параметров на *Панели свойств* – менее нагляден, но универсален и может применяться при создании объектов всех типов.

Указать точку в окне документа – значит установить в нее курсор мыши и зафиксировать. В графическом документе и в эскизе для точной установки курсора можно использовать привязки или поля координат курсора на панели *Текущее состояние*. Фиксация точки, в которой находится курсор, необходима для того, чтобы координаты этой точки были переданы в поля *Панели свойств* (т.е. стали параметрами объекта).

*Переключение между Панелью свойств и окном документа.* Сразу после вызова команды создания графического или трехмерного объекта активным является окно документа, т.е. система ожидает задания параметров объекта путем указания точек или уже существующих объектов. В момент перехода к заданию параметров объекта с помощью *Панели свойств* становится активной *Панель свойств. Автоматическое и ручное создание объектов.* При изменении параметров объекта иногда бывает не нужно создавать объект сразу после задания всех определяющих его параметров. Удобнее сначала оценить, правильно ли заданы значения параметров, а уже затем подтвердить создание объекта. После вызова большинства команд ввода объектов на *Панели специального управления* отображаются две кнопки. Одна из них, *Автосоздание объекта* , по умолчанию нажата. При включенном *Автосоздании объекта* окружность фиксируется в документе после указания двух точек. Наличие осей зависит от того, какой переключатель был активен в группе *Оси*. Таким образом, чтобы построить окружность с осями, перед указанием центра или точки на окружности нужно проверить, включена ли отрисовка осей и, если отключена, – включить.

## Тема 1.6. Программирование ввода и вывода графических изображений. Базовая графическая система (основные типы выходных примитивов и их атрибуты, графические объекты, системы координат и преобразования). Основные понятия трехмерного моделирования.

*Программирование ввода и вывода графических изображений.* Хорошо развитый двухмерный и трехмерный механизм распознавания образов позволяет очень быстро и эффективно воспринимать и обрабатывать различные виды данных. При обработке информации, связанной с изображением, выделяют три основных направления: 1. Распознавание образов; 2. Обработка изображений; 3. Машинная и компьютерная графика. Основная задача распознавания образов состоит в распознавании имеющегося изображения на формально понятном на языке символов. Распознавание образов есть совокупность методов, позволяющих получать изображения, поданные на вход, либо отнесение некоторых изображений к некоторому классу.

Вывод изображения на экран компьютера является неотъемлемым, но всего лишь первым шагом на пути становления машинной графики. Задача интерактивной системы машинной графики при выполнении вывода заключается в преобразовании информации из исходного высокоуровневого представления предметной области в представление команд графических устройств вывода. При выполнении ввода, наоборот, требуется преобразование низкоуровневой информации от физических устройств ввода в высокоуровневую информацию на языке предметной области.



Можно выделить два основных способа построения средств вывода - системы с графическим языком высокого уровня, включающим в себя развитые средства для обработки графической и геометрической информации, и системы с расширенным языком, которые, как правило, представляют тот или иной алгоритмический язык высокого уровня, расширенный средствами обработки графической и геометрической информации. На практике это пакет подпрограмм,

реализующих требуемые функциональные возможности. Ввод информации обеспечивается с помощью языка диалога. Диалог обычно осуществляется в виде команд, содержащих числовые значения, имена, координаты, произвольный текст. Выполняя ввод команд, пользователь работает с тем или иным набором вводных устройств, определяемых лексикой языка - алфавитно-цифровой и функциональной клавиатурами, шаровым указателем (track ball), планшетом (tablett) и т.п.

*Базовая графическая система (основные типы выходных примитивов и их атрибуты, графические объекты, системы координат и преобразования).* Во многих приложениях возникает необходимость геометрического моделирования трехмерных тел (САПР машиностроительного, строительного, архитектурного и других направлений, системы автоматизации научных исследований, системы визуализации и т.д.). Использование GKS или GKS-3D для отображения результатов моделирования предполагает, что моделирование целиком должна выполнять прикладная программа, так как эти системы ориентированы на прямой ввод/вывод и в них не предусмотрено иного манипулирования графическими данными кроме накопления в сегментах. PHIGS же комбинирует графику с техникой моделирования и представляет собой набор функций программирования графики с поддержкой быстрой модификации графических данных, описывающих геометрические соотношения объектов. Набор примитивов вывода и их атрибутов в PHIGS тот же самый, что и в GKS-3D с добавлением примитива «*annotation text relative*» для пометки объектов. Принципиальное отличие PHIGS от GKS состоит в том, что в PHIGS создание и отображение изображения разделены на две независимых фазы - занесения в централизованную структурную память (CSS - Centralized Structure Store) и отображения заданной структуры на требуемую рабочую станцию.

Структура состоит из графических и неграфических элементов. Поддерживаются возможности создания и редактирования структур в CSS. Графический вывод задается в т.н. модельных координатах. Элемент «*локальное преобразование моделирования*» задает преобразование, которое применяется к последующим примитивам вывода. Элемент «*редактирование2*» определяет метку, используемую при редактировании и несущественную при отображении. Предоставлены возможности поиска метки и установки на нее указателя. «*Обобщенный структурный элемент*» позволяет определить нестандартные действия. Элемент «*прикладные данные*» несущественен при отображении. Обычно представляет собой указатель на прикладную базу данных.

*Отображение в PHIGS.* PHIGS – 3-d система, хотя ряд функций позволяет работать в 2D. При этом все функции преобразуются в эквивалентные 3-d вызовы. В отличие от ряда подобных систем, все координатные системы в PHIGS - правые координатные системы с возрастанием координаты по оси Z при движении по направлению к наблюдателю.

При параллельной проекции объем видимости определяется как параллелепипед преобразуемый в порт проекции, который представляет собой прямоугольный параллелепипед в нормализованных координатах проекции с ребрами параллельными осям. При перспективной проекции объем видимости - конус. Для каждого типа проекции плоскость проекции - окно, определяемое X-Y размерами параллелепипеда или конуса. Плоскость проекции перпендикулярна Z-оси. Для параллельных проекций угол, который образуют проекторы с плоскостью проекции, определяется точкой центра проекции (Projection Reference Point - PRP). Проекторы параллельны линии из PRP в центр окна на плоскости проекции. При перспективной проекции все проекторы проходят через PRP.

Для многих применений требуется одновременное наличие нескольких видов объекта. В PHIGS возможно определение множества видов одного или различных объектов. Для каждого вида SET VIEW REPRESENTATION (установить представление вида) задает как он будет показан на требуемой рабочей станции. Отсечение производится для создания части пространства нормализованных координат проекции (Normalized Projection Coordinates - NPC), потенциально видимой на рабочей станции для этого вида.

PHIGS+ - расширение PHIGS, имеющее дополнительные функциональные возможности для приложений, требующих учета освещенности, раскраски (интерполяции цветов по поверхности), а также дополнительные возможности по управлению отображением и новые примитивы для поддержки эффективного описания сложных поверхностей. Эти расширения были сформулированы как поправка к существующим частям 1-3 стандарта PHIGS и введением новой части 4 стандарта. Поддержка освещенности и раскраски основана на предоставлении средств задания позиции источника света и наличия примитивов "с данными", задающими вектора нормалей и цвета вершин.

*CGI (Computer Graphics Interface).* Это стандарт ISO на интерфейс между аппаратно-независимой частью графического программного обеспечения (базисной графической системой) и аппаратно-зависимой (драйверами). Этот интерфейс ранее (в рамках ANSI) назывался интерфейсом виртуального устройства.



*Графические протоколы.* Анализ применяемых в настоящее время графических протоколов и проектов по их стандартизации позволяет выделить протоколы следующих типов: аппаратно-зависимые графические протоколы или команды графических устройств; аппаратно-независимые графические протоколы или метафайлы; прикладные графические протоколы; растровые графические файлы.

*Аппаратно-зависимые графические протоколы* разрабатываются фирмами, производящими графическое оборудование. Они представляют собой последовательность команд для построения изображений на устройствах выпускаемых данной фирмой. Для интерпретации таких протоколов не требуется дополнительных ресурсов если используется соответствующее устройство. Поэтому, такие протоколы могут успешно применяться в распределенных системах при отсутствии локальной ЭВМ.

*Проблемы геометрического моделирования.* Методы выполнения аффинных преобразований хорошо известны из аналитической геометрии. Например, рассмотрим перенос (трансляцию) и поворот. Пусть на плоскости имеется двумерная система координат XOY. В этой системе точка M имеет координаты x, y. Пусть на той же плоскости имеется еще одна система координат. Тогда в этой новой системе та же точка M будет иметь в общем случае иные координаты x', y'. Отметим, что одна система координат переводится в другую при перемещении ее центра вдоль отрезка, соединяющего начала координат обеих систем. Рассмотрим трехмерную декартову систему координат. Из курса геометрии известно, что точка в трехмерном пространстве описывается радиус-вектором r и координатами (x,y,z). Для реализации трехмерных преобразований с помощью матриц необходимо перейти к однородным координатам (x,y,z,1). Тогда матрица трехмерного преобразования (переноса, масштабирования, поворота) в общем виде будет следующей:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix}, A_1 = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}, T(D_x, D_y, D_z) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ D_x & D_y & D_z & 1 \end{pmatrix}, S(S_x, S_y, S_z) = \begin{pmatrix} S_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

где матрица A1 осуществляет линейное преобразование в виде изменения масштаба, сдвига и вращения, вектор (a11,a12,a13) производит перенос объекта, а вектор-столбец (a14,a24,a34)T – преобразования в перспективе. Скалярный элемент a44 выполняет общее изменение масштаба. В матрице трехмерного переноса  $[x, y, z, 1] \cdot T(D_x, D_y, D_z) = [x + D_x, y + D_y, z + D_z, 1]$ .

При операции масштабирования (частичной) -  $[x, y, z, 1] \cdot S(S_x, S_y, S_z) = [S_x \cdot x, S_y \cdot y, S_z \cdot z, 1]$ .

Трехмерный сдвиг. Недиagonальные элементы матрицы A1 осуществляют сдвиг в трех измерениях, т.е.

$$(x, y, z, 1) \cdot \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & 0 \\ a_{21} & 1 & a_{23} & 0 \\ a_{31} & a_{32} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = (x + a_{12}y + a_{13}z, y + a_{21}x + a_{23}z, z + a_{31}x + a_{32}y, 1), R_z(\alpha) = \begin{pmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, R_x(\alpha) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ 0 & -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, R_y(\alpha) = \begin{pmatrix} \cos \alpha & 0 & -\sin \alpha & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \alpha & 0 & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Трехмерное вращение

Матрица поворота вокруг оси Oz. Матрица поворота вокруг оси Ox и вокруг оси Oy.

Обратные преобразования будут выражаться обратными матрицами. Для операции переноса надо лишь заменить знаки компонент вектора переноса на противоположные:  $T^{-1}(D_x, D_y, D_z) = T(-D_x, -D_y, -D_z)$ ; для операции масштабирования - на обратные значения:  $S^{-1}(S_x, S_y, S_z) = S(1/S_x, 1/S_y, 1/S_z)$ ; для поворота - выбором отрицательного угла поворота:

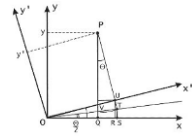
$$R^{-1}(\alpha) = R(-\alpha).$$

Результатом нескольких последовательных поворотов будет матрица.

Здесь верхняя матрица размером 3x3 является ортогональной. Матрицы поворота сохраняют длину и углы, а матрицы масштабирования и сдвига - нет.

Рассмотрим проблему ускорения вычислений в одной из самых трудоемких операций компьютерной графики – операции поворота точки относительно начала координат. Для выполнения этой операции необходимо произвести 4 операции умножения, 2 операции сложения, а также вычислить значения синуса и косинуса угла поворота:  $x' = x \cdot \cos \alpha - y \cdot \sin \alpha$

Среди наиболее часто встречающихся способов ускорения операции поворота – отказ от вычисления синуса и косинуса угла во время выполнения программы и использование их заранее подсчитанных значений, которые занесены в специальную таблицу (табличный поворот). Дополнительным способом ускорения операции поворота является уменьшение количества операций умножения. Таким способом является применение формулы О. Бьюнемана, в которой поворот точки вокруг начала координат производится за 3 операции умножения и 3 операции сложения.

$$A = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & 0 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & 0 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$


$$y = x \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} + T^*$$

$$T^* = y' + x' \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \quad x = x' - T^* \operatorname{Sin} \theta$$

**Основные понятия трехмерного моделирования. Объекты модели.** Геометрические объекты. Геометрические объекты состоят из примитивов. Примитивами являются: – вершина, ребро, грань. Вершина – примитив, представляющий собой точку либо окончание ребра. Частным случаем вершины является ребро нулевой длины (например, вершина конуса). Ребро – примитив, представляющий собой участок кривой либо граничной линии грани, ограниченный вершинами и не содержащий внутри себя других вершин. В частных случаях ребро может не ограничиваться вершинами (замкнутые ребра). Грань – примитив, представляющий собой часть поверхности либо поверхность, ограниченную ребрами и не содержащую внутри себя других ребер. В частных случаях грань может не ограничиваться ребрами (например, сферические и тороидальные грани). Такие объекты, как плоскости и оси, не имеют примитивов.

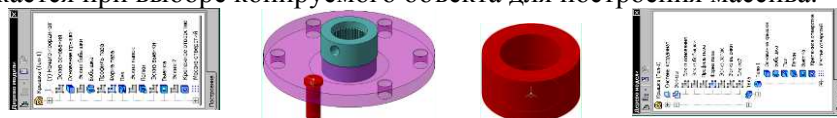
Остальные объекты, в зависимости от своего типа, состоят из одного или нескольких примитивов. Например, объект «точка» состоит из одной вершины, ломаные и эскизы – из ребер и вершин, тела – из ребер, вершин и граней. Тело – объект модели, имеющий некоторый объем и соотношенный с каким-либо материалом. Тело, в отличие от компонента, не имеет самостоятельного файлового представления. Тело, как правило, представляет собой совокупность граней, ребер и вершин.

Поверхность – геометрический объект, представленный связной совокупностью граней или одной гранью. Грани поверхности не могут являться гранями каких-либо других объектов (других поверхностей, тел). Эскиз – объект трехмерного моделирования, созданный на плоскости или плоской грани средствами чертежно-графического редактора. Эскизы используются в некоторых операциях. Например, эскиз может задавать форму сечения тела, полученного операцией выдавливания, контур ребра жесткости и т.п.



Требования к эскизу определяются операцией, в которой он используется. Объектами вспомогательной геометрии являются: системы координат, координатные и вспомогательные плоскости, координатные и вспомогательные оси, контрольные точки, присоединительные точки. 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», расширение файла – *m3d*. Сборка – тип модели, предназначенный для представления изделий, изготавливаемых с применением сборочных операций. В состав модели «деталь» могут входить любые из вышеперечисленных объектов, за исключением компонентов. В состав модели «сборка» могут входить любые объекты, в том числе компоненты. Компонент – это объект модели, в свою очередь являющийся моделью: деталью или сборкой. Модели компонентов могут храниться в файлах на диске или в библиотеках — прикладных или библиотеках моделей. Компоненты в сборке могут быть связаны сопряжениями друг с другом или с другими геометрическими объектами.

Модели в целом, а также отдельным ее частям можно назначить параметры для расчета МЦХ – материал и плотность материала, а также задать свойства – обозначение, наименование и т.п. Состав модели, последовательность ее построения и связи между объектами модели отображаются в Дереве модели. Модель в целом или отдельные ее части – тела и компоненты – могут иметь свойства – данные об изделии, которое эта модель (часть модели) представляет. Объект «измерение» – объект, содержащий результаты работы операции измерения. Объектами «измерение» являются: расстояние и угол, длина ребра, площадь. Значение, хранящееся в объекте «измерение», всегда соответствует фактическому значению измеренного параметра модели. Базовая точка трехмерного объекта – это точка, которая используется как начальная для построения геометрии объекта в модели. Положение базовой точки объекта определяется системой автоматически и зависит от типа объекта и способа его построения. Базовая точка показывается на экране в виде трех взаимно перпендикулярных векторов. Например, базовая точка отображается при выборе копируемого объекта для построения массива.



**Дерево модели.** При работе с любой деталью или сборкой на экране может отображаться окно, содержащее *Дерево модели*. *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 фиксации этих объектов в модели. Объекты модели и компоненты сборки могут располагаться в *Дереве* в порядке создания или объединяться по типам и группам. В верхней части окна *Дерева* находится инструментальная панель,

содержащая четыре кнопки. *Отображение структуры модели* . Управляет способом представления информации в Дереве модели. Если эта кнопка нажата, то в окне *Дерева* отображается структура модели, а если отжата, то – последовательность построения модели. *Состав Дерева модели* . Позволяет указать, какие типы объектов следует отображать в *Дереве модели*, а какие – нет. Для сборок также можно включить группирование компонентов. Настройка состава возможна, если нажата кнопка *Отображение структуры модели*.

*Отображение последовательности построения модели в окне Дерева*. Если кнопка *Отображение структуры модели*  на инструментальной панели *Дерева модели* отжата, то все объекты модели отображаются в *Дереве* в том порядке, в котором они создавались.

Объекты могут дублироваться в *Дереве модели*: объекты, входящие в макроэлементы, размещаются на своих местах и в разделе *Макро*; поверхности, сформировавшие тело в результате операции *Сшивки поверхностей*, размещаются в разделе *Поверхности* и в разделе, соответствующем телу. Модель сборки может содержать одинаковые компоненты. Например, несколько одинаковых компонентов можно получить, создав массив. Одинаковые компоненты формируют ветвь в разделе *Компоненты* или в группе, если включена группировка. Название ветви образуется по шаблону: *<Имя компонента> (xN)*, где *N* – общее количество одинаковых компонентов.

### **Тема 1.7. Графический метафайл, как средство обмена графическими данными. Программная и аппаратная реализация алгоритмов компьютерной графики. Геометрические преобразования. Настройка отображения Дерева модели**

*Графический метафайл, как средство обмена графическими данными. Программная и аппаратная реализация алгоритмов компьютерной графики. Геометрические преобразования*. В отличие от растровой графики в векторной графике изображение строится с помощью математических описаний объектов, окружностей и линий. Ключевым моментом векторной графики является то, что она использует комбинацию компьютерных команд и математических формул для объекта. Это позволяет компьютерным устройствам вычислять и помещать в нужном месте реальные точки при рисовании этих объектов. Такая особенность векторной графики дает ей ряд преимуществ перед растровой графикой, но в тоже время является причиной ее недостатков. Векторную графику часто называют объектно-ориентированной графикой или чертежной графикой.

Простые объекты, такие как окружности, линии, сферы, кубы и тому подобное называется примитивами, и используются при создании более сложных объектов. В векторной графике объекты создаются путем комбинации различных объектов. Для создания объектов примитивов используются простые описания. Прямая линия, дуги, окружности, эллипсы и области однотонного или изменяющегося света - это двумерные рисунки, используемые для создания детализированных изображений. В трехмерной компьютерной графике для создания сложных рисунков могут использоваться такие элементы как сферы, кубы. Для создания векторных рисунков необходимо использовать один из многочисленных иллюстрационных пакетов. Достоинство векторной графики в том, что описание является простым и занимает мало памяти компьютера. Однако недостатком является то, что детальный векторный объект может оказаться слишком сложным, он может напечататься не в том виде, в каком ожидает пользователь или не напечатается вообще, если принтер неправильно интерпретирует или не понимает векторные команды.

Программы векторной графики способны создавать растровые изображения в качестве одного из типов объектов. Это возможно потому, что растровый рисунок просто набор инструкций для компьютера, и так как инструкции эти очень просты, то векторная графика способна воспринимать растровые изображения наравне с остальными объектами, хотя можно поместить растровые изображения в виде объекта векторном формате, но не удастся отредактировать и изменить в нем отдельные пиксели.

В обычных векторных объектах значение цвета относится ко всему объекту в целом. Цвет объекта хранится в виде части его векторного описания. Некоторые векторные файлы могут создать растровый эскиз изображений хранящихся в них. Эти растровые картинки, иногда называемые краткими описаниями изображений, обычно представляют собой эскизы векторных рисунков в целом. Для облегчения поиска нужного векторного файла такие программы могут считывать растровый эскиз изображения и другие характеристики, например, векторный формат, время создания, битовую глубину изображения и так далее.

Векторная графика обладает еще одним важным преимуществом, здесь можно редактировать отдельные части рисунка не оказывая влияния на остальные, например, если нужно сделать больше или меньше только один объект на некотором изображении, необходимо просто выбрать его и осуществить задуманное. Объекты на рисунке могут перекрываться без всякого воздействия друг на друга. Векторное изображение, не содержащее растровых объектов, занимает относительно не

большое место в памяти компьютера. Даже очень детализированные векторные рисунки, состоящие из 1000 объектов, редко превышают несколько сотен килобайт.

При оцифровке изображения каждому пикселу присваивается определенное значение цвета. Эффект непрерывности тона возникает из-за того, что пиксели очень малы и соседние пиксели только немного отличаются друг от друга по цвету или тону. Устройства (сканеры, цифровые фотоаппараты) с высоким отношением сигнал/шум и широким динамическим диапазоном наилучшим образом передают непрерывность тона. Яркостное разрешение или глубина цвета характеризует количество уровней яркости, которые может принимать отдельный пиксел. Увеличение количества возможных цветов или тонов у пиксела приводит к росту размера графических файлов, но при этом увеличивается гладкость переходов между смежными цветами и тонами.

*Профилирование.* Профиль – это документ, описывающий свойства прибора при передаче или отображении цвета. Профили используются на всех стадиях разработки цветных публикаций. При построении профиля сканера используется тестовый отпечаток или тестовая пленка, такая, например, как IT8 Target. Этот тестовый экземпляр сканируется, а затем запускается программная утилита, которая строит характеристические кривые сканера. Тест IT8 – это таблица, содержащая несколько десятков плашек различных цветов, представляющих собой равномерную выборку из цветового пространства CIE XYZ или Lab. Вместе с этой тестовой таблицей поставляется файл данных, содержащий XYZ-значения для каждого цвета. Программа сравнивает эти известные значения с теми RGB-параметрами каждого цвета, которые были получены на данном конкретном устройстве, и вычисляет все различия между ними. По этим данным можно вычислить цветовое пространство данного сканера. Информация об этом уникальном цветовом пространстве сохраняется как часть индивидуального профиля данного сканера.

*Сканер.* Входное разрешение измеряет плотность информации, которую устройство ввода изображения вводит на линейный дюйм или сантиметр при оцифровке изображения. Для таких инструментов ввода изображения, как сканер, термин «входное разрешение» используется наряду с термином «разрешение при сканировании» и измеряется в пикселах на дюйм (ppi) или точках на дюйм (dpi). Сканером называется устройство, необходимое для перевода в цифровой формат отпечатанных на бумаге фотографий. С его помощью оцифровывают тексты книг, газетные и журнальные статьи. Принцип действия практически всех типов сканеров един. Он основан на том, что направленным лучом освещаются отдельные точки исходного изображения (оригинала) и отраженный в результате луч воспринимается фоточувствительным приемником, где информация о «цвете» точки интерпретируется как конкретное численное значение, которое через определенный интерфейс передается в компьютер. Как правило, светочувствительные элементы объединяют в матрицу, для того чтобы сканировать одновременно целый участок оригинала. По механизму перемещения матрицы светочувствительных элементов относительно оригинала выделяют следующие типы сканеров:

*Планишетный сканер (Flatbed Scanner).* В планшетных сканерах оригинал укладывается на предметное стекло лицевой поверхностью вниз, освещается лампой подсветки, а оцифровка осуществляется сканирующей линейкой с установленными на ней светочувствительными элементами. Размеры матрицы и системы фокусировки подобраны так, чтобы вести сканирование оригинала по всей ширине.



*Протяжной сканер* В этих сканерах линейка со светочувствительными элементами установлена неподвижно, а перемещается сам оригинал – лист бумаги или фотоотпечаток. Протяжные сканеры практически вышли из употребления и выпускаются сегодня в очень небольших количествах.

*Ручной сканер (Handheld Scanner).* В этих устройствах линейка светочувствительных элементов и лампа подсветки перемещаются по поверхности сканируемого оригинала вручную. Этот тип сканеров вышел из широкого употребления еще раньше, чем протяжные устройства. Сегодня модифицированная разновидность ручных сканеров используется разве что в складском деле и в сфере торговли в качестве считывателя штрих-кодов.

*Барабанный сканер (Drum Scanner).* Они предназначены для сканирования непрозрачных оригиналов, пленок либо того и другого. Вместо предметного стекла в сканерах этого типа используется барабан, на поверхности которого закрепляются оригиналы. Сканирующая линейка и лампа подсветки установлены неподвижно. При сканировании барабан вращается с большой скоростью, а оцифровка проводится построчно при каждом обороте барабана с небольшим линейным сдвигом вдоль поверхности оригинала.

*Пленочный сканер.* Они предназначены для оцифровки изображений с прозрачных оригиналов, другие их названия фильм-сканеры, слайд-сканеры. Устройство пленочных сканеров

подобно устройству сканеров планшетных. Отличия в большей разрешающей способности (то есть в большем количестве светочувствительных элементов в сканирующей линейке) и в меньших физических размерах самих устройств.

*Принтер.* Принтер компьютера, использует только четыре цвета: пурпурный, голубой, желтый и черный. Краски непрозрачны и наносятся они последовательно. То есть, нанеся слой желтой краски и пустив поверх нее голубую, мы получим не «смешанный» зелёный цвет, а все тот же голубой. Правда, не совсем тот, а, скорее всего, с зеленоватым отливом, поскольку какая-то прозрачность у красок всё же существует. Чтобы получить возможность воспроизводить различные цвета и оттенки, краски при печати наносятся особым образом. Они не накладываются друг на друга. Давайте подробнее рассмотрим технологию печати.

*Растривание и линиатура.* Для воспроизведения готового изображения на принтере были разработаны два различных технологических подхода: 1. Использование полутонов или амплитудное растривание. В основе получения полутонов лежит технология растривания (амплитудного). Она возникла из традиционного процесса фотографирования оригинала через сетку определенной пространственной частоты, результатом которого является преобразование оригинала в совокупность точек разного размера. 2. Частотно-модулированное растривание (стохастическое, или случайное). Технология частотно-модулированного растривания появилась недавно. В ней отказались от растров регулярной структуры. Вместо этого здесь используются математические методы размещения точек фиксированного размера в квазислучайных позициях.

Растровая форма описывается тремя параметрами: частотой растра (линатурой); формой полутоновой точки; углом поворота. Чтобы получить на распечатанном изображении иллюзию непрерывных тоновых переходов, изображение разбивается на множество отдельных элементов (ячеек) – полутоновых (растровых) точек. Этот процесс называют растриванием.

*Струйные принтеры.* Прямое смешение цветов дало возможность сделать следующий шаг к качеству. Получать светлые тона изображения не за счёт уменьшения размеров точки растра, а за счёт применения дополнительных чернил более светлых тонов. Это позволило существенно увеличить плотность растра без обеднения полутоновой гаммы. Для струйных принтеров есть и другая возможность регулировать размер точки растра – путём изменения количества чернил, выстреливаемых в эту точку. Все современные модели формируют каждую точку растра изображения путём последовательного выстреливания в неё множества микрокапель чернил. Смешивая микрокапли чернил разных цветов, можно регулировать не только размер, но и цвет этой точки. Принтер практически обрёл способность печатать фотографическое изображение с плотностью растра, которая соответствует его разрешающей способности. То есть в идеале струйный принтер с разрешением всего 300 dpi может напечатать фото с тем же шагом растра. Хороший современный струйный принтер с разрешением в 300 dpi способен дать изображение, субъективно заметно более качественное по сравнению с изображением, выданным лазерным принтером с разрешением 1200 dpi.

*Модель процесса вывода двумерных и трехмерных объектов.* В основе архитектуры современных рабочих станций лежат многопроцессорность и конвейерная обработка. Такой подход позволяет разделить процессы модельных, видовых и функционально-растровых преобразований и дает возможность каждому из них выполняться на выделенном, как правило, специализированном устройстве со своей собственной скоростью. (Модельные преобразования - преобразования, используемые для построения модели объекта в системе координат пользователя. Видовые преобразования - преобразования, используемые после модельных при выполнении отображения в поле вывода. Математически модельные и видовые преобразования имеют одинаковую форму, но применяются в различное время и относятся к разным подсистемам графического конвейера. Функционально-растровые преобразования - преобразование примитивов вывода в растровую форму).

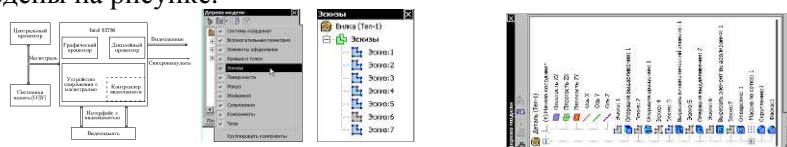
*Графические процессоры TMS-34010 и TMS-34020.* TMS-34010 - первый графический микропроцессор, поддерживающий пользовательскую графику вместо встроенных графических примитивов. Графический процессор TMS-34010 содержит полностью программируемый 32-х разрядный процессор со схемами адресации памяти и системой команд, ориентированной на операции над пикселями, набор из 31 32-битных регистров и кэш-память инструкций на 256 байт. В дополнение TMS-34010 содержит контроллер управления растровым монитором, отдельный интерфейс с центральным процессором, интерфейс с DRAM/VRAM памятью.

Для повышения скорости отработки графических функций используются специальные аппаратные средства: барабанный сдвигатель (barrell shifter); логика маскирования и слияния цепочек пикселей; аппаратура определения левого единичного бита; компаратор окон, связывающий отсечение графических примитивов вывода с прямоугольными зонами графического буфера.

*Графический процессор TMS-34020.* В 1988 г. Texas Instrument анонсировала преемника TMS-34010 - графический процессор TMS-34020. Он включает 32-разрядный шинный интерфейс (со страничным режимом доступа), высокоскоростной тактовый генератор (10 MIPS) и дополнительные

графические инструкции (3-операндные PixBlt). Графический процессор не делает различия между программной и дисплейной памятью. Он может адресовать 512 Мбайт. Пиксели могут быть доступны по их X-Y экранным координатам, которые автоматически преобразуются в линейное адресное пространство памяти. Скорость вычерчивания линий достигает 5 Мпикселов/с. Графический процессор выполняет BitBlт операции не только с 16 булевыми операциями, но и также и с 8 арифметическими функциями, такими как сложение или вычитание значений пикселей. Единственной BitBlт инструкцией графический процессор может извлечь данные для символа с 1 битом на пиксел из бинарной таблицы шрифта, транслировать их в многобитные цветные данные и разместить в некоторое место дисплейной памяти.

Эффективная поддержка многооконной технологии в многозадачном интерактивном режиме достигается за счет введения специальной внутренней архитектуры. СБИС i82786 содержит четыре основных модуля: графический и дисплейный процессоры, устройство сопряжения с магистралью и контроллер видеопамати. Все модули работают относительно независимо, что обеспечивает высокие скоростные характеристики микросхемы. Архитектура и использование i82786 в графической системе приведены на рисунке.




**Графический процессор.** Выполняет команды, размещенные в системной памяти и формирует изображения в битовых картах видеопамати для дисплейного процессора во взаимодействии с контроллером видеопамати и интерфейсным устройством шины. Процессор оптимизирован для отработки современных графических стандартов (GKS, CGI, Microsoft Windows). Графический процессор обладает развитыми аппаратными возможностями, позволяющими снизить до минимума число параметров в командах для формирования примитивов в растровой форме. Список графических команд и параметров создается центральным процессором и хранится в системной памяти. Графические команды выбираются из связанного списка графических команд при обращении к системной памяти через логику шинного интерфейса и обрабатываются графическим сопроцессором.

**Дисплейный процессор.** Особенность дисплейного процессора - возможность реализации полиэкранного режима за счет имеющихся аппаратных средств поддержки. Дисплейный процессор преобразует битовые карты, создаваемые графическим процессором в растровые последовательности для видеоконтрольного устройства, которое отображает их в виде отдельных окон на экране графического монитора. Процессор оптимизирован для данных, представленных в виде битовых карт. Дисплейный процессор работает независимо от графического по собственной программе, описывающей таблицу конфигурации кадра (экранного буфера), которая формируется ЦП и размещается в определенной области видеопамати. Одной из важных особенностей дисплейного процессора является возможность поддержки аппаратного курсора. Можно устанавливать размер курсора в матрице 8×8 или 16×16 пикселей. Курсор может быть прозрачным, непрозрачным, в виде стрелки, креста и т.д. Цвет курсора, его прозрачность и мерцание задаются программным способом. Программируются также сигналы синхронизации мониторов с разрешающей способностью до 4096×4096 пикселей.

**Настройка отображения Деревя модели в компас -3d.** Можно включать и выключать отображение разделов или групп компонентов сборки в Дереве модели, а также выбирать умолчательный способ представления информации – структура модели или последовательность построения модели. При нажатии кнопки со стрелкой (справа от кнопки Состав Деревя модели) на экране появляется меню, содержащее команды, одноименные разделам. Чтобы включить или выключить отображение раздела в Дереве модели, необходимо вызвать нужную команду.

Команда Группировать компоненты позволяет разбить компоненты в Дереве модели на группы в зависимости от типа – Сборочные единицы, Детали, Библиотечные компоненты и т.д. «Галочка» слева от названия команды означает, что отображение соответствующего раздела или группирование компонентов включено, отсутствие «галочки» – отключено. Существование в Дереве «пустых» разделов и групп невозможно. Поэтому разделы, отображение которых включено, или группы появляются в Дереве только после создания в модели первого объекта соответствующего типа. Если модель открыта в нескольких окнах, то настройка состава Деревя, произведенная в одном из них, распространяется на все окна этой модели. Кнопка Состав Деревя модели позволяет настроить умолчательный состав Деревя модели и выбрать сохраняемый вид Деревя. После ее нажатия на экране появляется настроечный диалог.

Кнопка Состав Деревя модели доступна, если на инструментальной панели Деревя модели нажата кнопка Отображение структуры модели.

*Дополнительное окно Деревя модели.* Дополнительное окно *Деревя модели* – это специальное окно, в котором отображается часть *Деревя* (объект, раздел или отношения). Например, на рисунке показано дополнительное окно *Деревя модели*, в котором отображается раздел «*Эскизы*». Чтобы создать дополнительное окно *Деревя*, выделите в *Дереве* объект или раздел, который будет показан в этом окне, и нажмите кнопку *Дополнительное окно Деревя*  на инструментальной панели *Деревя модели*. В дополнительном окне отображается копия выбранной части *Деревя модели*. Заголовок дополнительного окна *Деревя* содержит название объекта или раздела, отображающегося в дополнительном окне. Изменение способа представления информации в *Дереве модели*, так же как и изменение состава *Деревя* не влияет на содержимое дополнительного окна *Деревя*. На него влияет только изменение модели, касающееся объекта или раздела, который отображается в дополнительном окне.

Создание же нового эскиза в модели приведет к появлению нового объекта в дополнительном окне с разделом «*Эскизы*». Удаление, скрытие и исключение какого-либо эскиза (эскизов) из расчетов тоже будет показано в этом дополнительном окне. При удалении из модели объекта (или всех объектов раздела), отображаемого в дополнительном окне, это окно закрывается. В дополнительном окне доступны такие же контекстные меню объектов, как и в *Дереве модели*. Из этих меню можно быстро вызвать часто используемые команды, например, редактирования или удаления объектов. Выделение объекта в дополнительном окне равносильно выделению его в *Дереве модели*.

Дополнительные окна *Деревя модели* удобно применять для организации быстрого доступа к часто используемым объектам модели – эскизам, вспомогательной геометрии и т.п. Например, можно, включив отображение в *Дереве* структуры модели, создать дополнительные окна с разделами «*Эскизы*» и «*Вспомогательная геометрия*». Затем можно отключить показ этих разделов в *Дереве модели*, чтобы сократить его, или включить отображение в *Дереве* последовательности построения модели, если это более удобно для работы.

### **Тема 1.8. Графические диалоговые системы. Применение интерактивной графики в информационных системах. Точки и кривые в компас-3d.**

*Графические диалоговые системы. Применение интерактивной графики в информационных системах.* Язык диалога, наряду с прочими атрибутами, такими как полнота, точность и скорость решения задачи, является одной из важнейших компонент прикладной интерактивной системы. Входные языки существенно отличаются от алгоритмических языков как внешне, так и по применению. Фразами такого языка являются изображения и действия. Применение такого языка отличается тем, что входные команды интерпретируются и исполняются по мере их поступления от пользователя, а не транслируются в объектный код и лишь, затем исполняются. Наибольшее распространение получили два типа диалога – диалог, инициируемый ЭВМ и диалог инициируемый пользователем. Диалог в этих случаях ведется в форме «запрос-ответ». При диалоге 1-го типа пользователь либо заполняет форму, выдаваемую на экран, либо выбирает одну из альтернативных возможностей (команд). При диалоге 2-го типа пользователь подает те или иные допустимые в данный момент времени директивы. Альтернативные языки более просты в обучении и использовании, поскольку не требуют знаний форматов и символики различных директив, действия более просты, так как нет необходимости полностью вводить фразу или директиву и не надо помещать выбранный элемент данных в определенную позицию формата.

Различные аспекты проблемы взаимодействия человек-ЭВМ освещаются во многих работах. Так, например, сформулированы требования, которым должен удовлетворять диалоговый входной язык: эффективность, полнота, естественность; расширяемость; обеспечение обратной связи; устойчивость к ошибкам; адаптируемость к пользователю.

В сущности входной язык состоит из двух компонент: язык формулирования пользователем команд и входных данных для ЭВМ (реплики человека); язык ответов пользователю (реплики ЭВМ). Реплики человека выражаются в действиях с различными диалоговыми устройствами. Реплики ЭВМ выражаются в графических образах, либо звуковых сообщениях.

В стандарте CGI, определяющем интерфейс между аппаратно-независимой и аппаратно-зависимой частями графической системы, дополнительно к перечисленным предлагаются еще два класса виртуальных устройств: РАСТР (AREA) для ввода растровых картин; ОБЩЕЕ (GENERAL) для ввода иных данных, например, ввод голоса.

Мобильность по отношению к ЭВМ обеспечивается реализацией функционально идентичных пакетов подпрограмм для ЭВМ различных типов. В концептуальном плане выбора архитектуры построения графических систем можно сделать следующие выводы: построение графической системы на базе специального графического языка целесообразно только при ее массовом специализированном, немодифицируемом применении и при отсутствии необходимости объединения в рамках одной прикладной программы графических и вычислительных модулей;

подход, основанный на геометрическом и графическом синтаксическом расширении того или иного алгоритмического языка, не нашел сколь-нибудь серьезного применения как из-за больших трудозатрат его реализации, так и из-за нарушения переносимости прикладных программ и отсутствия преимуществ в использовании графических конструкций по сравнению с вызовами подпрограмм.

*Процессор обмена блоками графической информации DP-8510.* Представляет собой сопроцессор манипулирования данными, работающий на частоте 20 МГц. DP-8510 - специализированное CMOS устройство, разработанное для использования в приложениях BitMap растровой графики. DP-8510 включает высокопроизводительную логику, конвейеризующую все необходимые функции, связанные с реализацией механизма блочной переписи: сдвиги (за один такт) на требуемое число разрядов, маскирования и побитные логические операции. DP-8510 имеет два режима работы: BitBlt (блочная перепись) и формирование линий в растровой форме. Построение линий может рассматриваться как специальный случай BitBlt с высотой и шириной блока равными единице (точка). Для выполнения операций BitBlt управляющие регистры DP-8510 загружаются четырьмя параметрами: числом сдвигов, левой и правой масками и кодом операции.

*Видеогенератор DP-8512.* Служит для таймирования и управления растровой дисплейной графической системой. Устройство вырабатывает системный клок на частотах 20 МГц для DP-8500 и DP-8510, а также обеспечивает тактовые сигналы для управления и параллельной загрузки сдвиговых регистров DP-8515.

*Сдвиговый регистр DP-8515.* Преобразует параллельное слово данных из экранного буфера видеопамяти в высокоскоростной последовательный поток данных (пикселей), подаваемый на вход электронно-лучевой трубки, с максимальной частотой до 225 МГц.

Техническое решение построения дисплейной системы, реализованное фирмой National Semiconductor, сводится к разделению функциональных аппаратных средств графической обработки на две специализированные СБИС (DP-8500 и DP-8510), при этом DP-8500 выполняет все функции адресации и синхронизации, связанные с экраным буфером, и одновременно является интерфейсом, через который осуществляется передача адресов и команд центрального процессора.

*RISC-процессор с графическим устройством (i860).* В качестве альтернативы фирма Intel предприняла разработку RISC микропроцессора с включением графического устройства. i860 в первую очередь является высокоскоростным процессором и, во-вторых, он может выступать в рабочих станциях в качестве процессора, используемого в 3d графических подсистемах. В состав i860 входят управление памятью и шиной, кэш-память, центральный RISC-процессор для целых чисел, процессор плавающей арифметики из устройств для сложения и умножения вещественных и графическое устройство. Тактовая частота i860 - 50 МГц. Применение конвейера позволяет в каждом такте выполнять до трех команд - одну команду для целых, а также сложение и умножение вещественных.

Процессор плавающей арифметики (ППЗ) содержит файл из 32 регистров и два самостоятельных устройства для сложения и умножения вещественных. ППЗ работает в скалярном или конвейерном режимах, используя для них различные наборы инструкций. В скалярном режиме на выполнение одной операции тратится от трех до четырех циклов. В конвейерном режиме результаты выдаются, в основном, после каждого цикла или после двух. Графическое устройство фактически использует данные, поступающие от ППЗ и поддерживает размер пиксела в 8, 16 или 32 бита. Вне зависимости от размера пиксела оно может обрабатывать до нескольких пикселей одновременно в одном 64-битном слове.

Для поддержки 3d операций отображения в графическом устройстве имеется дополнительный режим. Сравнения в Z-буфере (для 16 и 32 бит) обеспечиваются аппаратурой. Интерполяция цветов и Z значений облегчают реализацию алгоритмов закраски. Может быть использована любая комбинация размера пиксела и глубины Z-буфера. Скорость закраски Гуро достигает 50 000 треугольников в сек для треугольников из 100 8-битных пикселей.

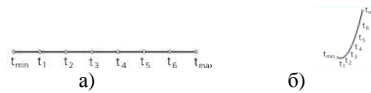
*Высокоскоростные графические системы. Требования к высокоскоростным графическим системам*

В дополнение к задачам растеризации, высокоскоростные графические машины требуют сбалансированной обработки моделирования, геометрических вычислений, освещенности и свойств материала. Эти требования необходимы для: реального времени: изображение должно генерироваться в 1/30 секунды для обеспечения малого времени ответа на ввод от пользователя а также для отображения «живых» сцен; реализм: многие приложения требуют возможностей генерации высококачественных картин (фотореализм), стандарты: с повышением сложности графического программного обеспечения важна поддержка стандартизованных интерфейсов и систем типа PHIGS, X Window System и т.д. с целью обеспечения переносимости программного обеспечения.



*Точки и кривые в компас-3d.* *Связная совокупность граней* – множество граней, каждая из которых имеет общее ребро хотя бы еще с одной гранью этого множества, причем одно ребро одновременно принадлежит не более чем двум граням. *Связная совокупность кривых* (цепочка кривых) – множество кривых, каждая из которых имеет общую вершину хотя бы еще с одной кривой этого множества, причем одна вершина одновременно принадлежит не более чем двум кривым. *Односегментная кривая* – кривая, которая вся состоит из одного участка. Односегментная кривая всегда выделяется и участвует в операциях целиком. Примеры односегментных кривых: дуга, спираль, сплайн.

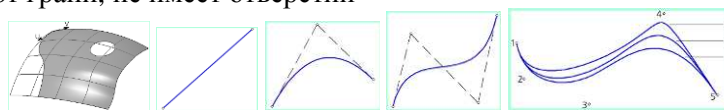
*Многосегментная кривая* – кривая, которая состоит (или потенциально может состоять) из нескольких последовательно соединяющихся участков – сегментов. Многосегментная кривая может выделяться и участвовать в операциях как целиком (для этого ее нужно указать в *Дереве модели*), так и отдельными сегментами (для этого их следует указывать в окне модели). Примеры многосегментных кривых: ломаная, контур. *Параметрическое представление кривой.* В общем случае кривая математически описана в файле модели как геометрическое место точек, координаты которых в пространстве определяются функциями от одного параметра  $t$ :  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$ ,  $z = z(t)$ , где параметр  $t$  ограничен предельными значениями  $t_{min} \leq t \leq t_{max}$ . Такое описание кривой является ее *параметрическим представлением*. *Параметрическая область кривой* – это множество значений параметра  $t$ , представленное в виде отрезка прямой (а). Кривая является отображением этого отрезка в трехмерное пространство модели. Каждому значению параметра  $t$  соответствует определенная точка на кривой (б).



В общем случае точки, равномерно разбивающие параметрическую область кривой, отображаются в точки кривой, разбивающие ее *неравномерно*. Рассмотрим параметрическое представление полукубической параболы (параболы Нейля). Уравнение кривой (или закон кривой):  $y^2 = a^2 \cdot x^3$ ,  $a > 0$ . Параметрическое представление кривой:  $x = t^2$ ,  $y = a \cdot t^3$ ,  $z = 0$ ,  $-\infty < t < +\infty$ .

*Параметрическое представление поверхности. Изопараметрические кривые.* *Поверхность* описана в файле модели как геометрическое место точек, координаты которых определяются функциями от двух параметров  $U$  и  $V$ :  $x = x(U; V)$ ,  $y = y(U; V)$ ,  $z = z(U; V)$ , где параметры  $U$  и  $V$  ограничены предельными значениями  $U_{min} \leq U \leq U_{max}$ ,  $V_{min} \leq V \leq V_{max}$ . Такое описание поверхности является ее *параметрическим представлением*. *Параметрическая область поверхности* – это множество значений параметров  $U$  и  $V$ , представленное в виде плоской прямоугольной области. Поверхность является отображением этой области в трехмерное пространство модели. Каждой паре значений параметров  $U$  и  $V$  соответствует определенная точка на поверхности.

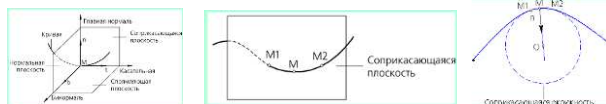
Границы теоретической поверхности не обязательно совпадают с контуром грани, но грань всегда находится в границах своей теоретической поверхности. Кроме того, теоретическая поверхность, в отличие от грани, не имеет отверстий



*Сплайновые кривые и поверхности. Порядок кривых. Вес точек.* Сплайновые кривые и поверхности, построенные с использованием неоднородных рациональных  $B$ -сплайнов (*NURBS*), определяются следующими параметрами: набором точек, называемых *полюсами*, и порядком. При построении кривой полюсы можно указывать произвольно, а для создания поверхности набор полюсов должен представлять собой сетку, построенную по параметрической области поверхности, т.е. полюсы должны быть расположены рядами с одинаковым количеством полюсов в каждом. Очевидно, что форма сплайновой кривой или поверхности определяется расположением полюсов в пространстве. *Порядок сплайна* в случае кривой равен числу, которое на единицу больше максимальной степени полиномов, описывающих участки этой кривой. Количество полюсов может быть больше или равно порядку, но не меньше порядка. Порядок не может быть меньше 2. Частные случаи сплайновых кривых приведены на рисунке.

Дополнительным параметром, влияющим на форму сплайновой кривой или поверхности, является *вес* каждого полюса. Геометрический смысл этого параметра следующий: чем больше вес полюса, тем ближе к нему расположена кривая (поверхность), т.е. полюсы с большим весом «притягивают» сплайн сильнее, чем полюсы с маленьким весом. Например, на рисунке показано, как меняется форма кривой при увеличении веса одного из полюсов.

*Базисные векторы в точке кривой.* С каждой точкой кривой связаны три взаимно перпендикулярные плоскости: нормальная, соприкасающаяся и спрямляющая, а также три взаимно перпендикулярных вектора: касательный  $t$ , главной нормали  $n$  и бинормали  $b$ .



Касательный вектор и вектор главной нормали лежат в соприкасающейся плоскости, а вектор бинормали ей перпендикулярен. Соприкасающаяся плоскость – это плоскость, стремящаяся принять положение плоскости, проходящей через три точки кривой  $M$ ,  $M1$ ,  $M2$ , при условии, что точки  $M1$  и  $M2$  стремятся к точке  $M$ .

Плоскость, в которой лежат касательный вектор и вектор бинормали – это спрямляющая плоскость, а плоскость, в которой лежат вектор главной нормали и вектор бинормали – это нормальная плоскость.

*Кривизна кривой. Соприкасающаяся окружность.* Кривизна кривой в точке  $M$  – величина, характеризующая отклонение кривой в окрестности точки от касательной прямой в этой точке. Кривизну кривой в точке  $M$  можно определить с помощью окружности, соприкасающейся с ней в этой точке. Соприкасающейся окружностью называется предельное положение окружности, когда она проходит через точку  $M$  и две другие бесконечно близкие к ней точки  $M1$  и  $M2$ . Соприкасающаяся окружность лежит в соприкасающейся плоскости кривой в точке  $M$ .

*Условия сопряжения кривых и поверхностей.* Условие сопряжения определяет форму создаваемой кривой или поверхности вблизи места соединения ее с существующей кривой или поверхностью. Эта существующая кривая или поверхность по отношению к создаваемой является объектом сопряжения. Кривые сопрягаются друг с другом и с поверхностями в точке сопряжения, а поверхности сопрягаются вдоль кривой – границы сопряжения. Результат сопряжения кривых и поверхностей при выполнении различных условий сопряжения описаны ниже. Также показаны примеры соединения кривых с разными условиями сопряжения. Слева на рисунках находится кривая – объект сопряжения, а справа – сопрягаемая кривая; точка сопряжения отмечена кружком.

*Файл координат точек. Файл координат точек* – файл, содержащий параметры точек. Файлы координат точек могут иметь следующие форматы и, соответственно, расширения имени: – текстовый, *txt*, – текстовая таблица, *csv*, – электронная таблица MS Excel, *xls*, – электронная таблица Open Office, *ods* (для записи в этот формат необходимо, чтобы на компьютере была установлена программа Open Office).

Параметры каждой точки располагаются в отдельной строке. Максимальное количество параметров в строке – четыре. В качестве разделителя значений параметров используется пробел или несколько пробелов, а в качестве десятичного разделителя – точка. Координаты точек измеряются в абсолютной системе координат. Количество знаков после запятой в значениях координат в файле соответствует настройке, произведенной в диалоге настройки представления чисел. Для сплайна и ломаной строки данных в файле располагаются одной группой. Для сплайновой формы строки объединены в несколько групп. Каждая группа содержит параметры полюсов одного ряда сетки сплайновой формы и отделена от следующей пустой строкой. Количество групп равно количеству рядов сетки.

### **Тема 1.9. Способы создания естественных графических изображений и движений на экране. Отображение. Цвет. Тени. Фактура материала в компьютерной графике. Создание поверхностей в компас-3d.**

Цвет – одно из свойств объектов материального мира, воспринимаемое как осознанное зрительное ощущение. Тот или иной цвет «присваивается» человеком объектам в процессе их зрительного восприятия. В подавляющем большинстве случаев цветовое ощущение возникает в результате воздействия на глаз потоков электромагнитного излучения из диапазона длин волн, в котором это излучение воспринимается глазом (видимый диапазон длины волн от 380 до 760 нм). В общем случае цвет предмета обусловлен следующими факторами: окраской и свойствами поверхности предмета; оптическими свойствами источников света и среды, через которую свет распространяется; свойствами зрительного анализатора; особенностями психофизиологического процесса переработки зрительных впечатлений в мозговых центрах. Восприятие цвета может частично меняться в зависимости от психофизиологического состояния наблюдателя, например усиливаться в опасных ситуациях, уменьшаться при усталости и т.д. Несмотря на адаптацию глаза к условиям освещения, оно может довольно заметно отличаться от обычного при изменении интенсивности излучения. При описании цвета используют три атрибута: 1) цветовой тон; 2) насыщенность; 3) светлоту.

Наиболее важный атрибут цвета – цветовой тон, который позволяет различать их как красный, желтый, зеленый, синий или как промежуточный между двумя соседними парами этих цветов. Например, зелёный тон присваивают предметам с окраской, близкой к окраске естественной зелени. Насыщенность характеризует степень, уровень, силу выражения цветового тона. Этот атрибут в человеческом сознании связан с количеством краски, красителя. Ахроматическими (бесцветные) цветами являются черный, белый и все оттенки серого, и считают, что они не имеют насыщенности и различаются лишь по светлоте. Цвет ахроматических поверхностей, отражающих максимум света, называется «белым».

Поверхности, окрашенные в хроматические цвета (все остальные цвета), по-разному отражают свет с разной длиной волны. Отраженный, проникающий или испускаемый свет и составляет то, что мы называем «цветом объекта». Существует столько различных цветов, сколько поверхностей предметов – каждый объект влияет на цвет уникальным образом. Сочетание длин волн, исходящих от объекта, – это спектральные данные, которые часто еще называют «картой» цвета. Спектральные данные получают в результате тщательного анализа – или измерения – длин всех волн. В ходе этого анализа определяется процентное содержание каждой из длин волн, отраженных обратно к наблюдателю, – интенсивность их отражения.

Чтобы вычислить спектральные данные, спектрофотометр анализирует информацию в определенных точках на оси длин волн (Digital Swatchbook, например, исследует 31 точку с шагом в 10 нм) и в каждой точке определяет степень интенсивности отражения волн данной длины. Это самое полное и самое надежное описание цвета из всех возможных.

Цветовая система RGB МКО является продолжением развития цветовой модели RGB. В данной системе учитываются свойства цветового зрения человека. По результатам экспериментов со смешением цветов были определены кривые сложения линейно независимых цветов соответствующих монохроматическим излучениям с длинами волн 700,0 нм (красный), 546,1 нм (зелёный) и 435,8 нм (синий). При допущении отрицательных значений цветовой координаты уже все спектральные цвета можно выразить через выбранную тройку основных цветов. Система RGB МКО обладает рядом недостатков, основными из которых являются сложность расчетов и наличие отрицательных координат, что неизбежно в случае попытки воспроизведения всех цветов видимого спектра при использовании в качестве основных цветов компонентов RGB-модели.



В настоящее время система RGB МКО в основном выполняет вспомогательную, а иногда контрольную функцию. Тем не менее именно эта система явилась основой цветовой системы XYZ.

С точки зрения математики для получения нужного нам цвета необходимо вычесть красный цвет из суммы двух оставшихся базовых цветов, то есть добавить отрицательный компонент красного цвета:  $C = gG + bB - rR$ . Однако физически это невозможно, так как отрицательной интенсивности света не существует.

Кривые сложения системы МКО RGB имеют отрицательные участки для некоторых спектральных цветов, что неудобно при расчётах. Поэтому наряду с системой RGB МКО приняли другую цветовую координатную систему XYZ, в которой отсутствовали недостатки системы RGB, и которая дала ряд других возможностей упрощения расчётов. Для получения данной системы были проведены эксперименты с группой наблюдателей, на базе которых была измерена цветовая реакция «стандартного» человека на свет различного спектрального состава. Результатом стало получение трех спектральных кривых, названных X, Y и Z. Эти кривые по внешней форме близки к спектральным кривым R, G и B цветовой модели МКО RGB. Основными цветами (X), (Y), (Z) системы XYZ являются нереальные цвета, выбранные так, что кривые сложения этой системы не имеют отрицательных участков.

В настоящее время колориметрическая система XYZ принята в качестве рабочей системы. В ней обычно выражают результаты измерений, и на ее базе построен ряд новых более совершенных цветовых систем, в частности LAB.

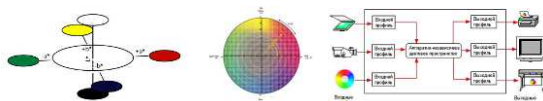
Работать с трехмерными графиками достаточно сложно, поэтому для удобства использования данного цветового пространства был разработан его нормированный вариант – xyY, являющийся двухмерным аналогом полного цветового пространства XYZ. В нем введены нормированные значения цветовых координат:

$$x = X/(X + Y + Z), y = Y/(X + Y + Z), z = Z/(X + Y + Z), \text{ где } x + y + z = 1.$$

Поэтому величина  $z$  может быть легко определена на основе известных значений цветовых координат  $x$  и  $y$ :  $z = 1 - y - x$ . В нормированном варианте  $xY$  модели величина  $Y$  определяет не имеющую прямого отношения к цвету яркость, поскольку для полного описания цвета кроме цветности необходимо учитывать и ее. Эта модель достаточно наглядна и популярна, поскольку именно в координатах  $xY$  принято изображать цветовой охват глаза (локус), включающий все наблюдаемые цвета. Цветовые охваты (gamut) всех реальных устройств, используемых в технологии работы с цветом, находятся внутри этого локуса, что удобно, например, при сопоставлении цветовых охватов разных устройств, входящих в состав настольных издательских систем.

Координаты точки опорного белого цвета зависят от источника освещения. Для компьютерной графики можно отметить две наиболее важные области применения МКО-системы. 1. Определение цветового охвата устройств ввода, вывода и преобразования цветовой информации. 2. Выполнение взаимного конвертирования цветов различных цветовых моделей.

*Цветовое пространство Lab.* В 1976 г. модель МКО была усовершенствована. В результате абстрактные параметры  $x$  и  $y$  были заменены на реальные параметры. Новое цветовое пространство получило название CIE Lab. Хорошо сбалансированная структура цветового пространства Lab основана на той теории, что цвет не может быть одновременно зеленым и красным или желтым и синим. Следовательно, для описания атрибутов «красный/зеленый» и «желтый/синий» можно воспользоваться одними и теми же значениями. Когда цвет представляется в пространстве CIE Lab, величина  $L$  обозначает светлоту,  $a$  – величину красной/зеленой составляющей,  $b$  – величину желтой/синей составляющей.



В Lab-модели реализован принцип независимого описания цветности и яркости, который позволяет изменять яркость изображения без искажения цветовых тонов (оттенков) изображения. Параметры Lab-модели получаются путем нелинейного пересчета из параметров XYZ-модели:

$$L = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16, a = 500[(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}], b = 200[(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}],$$

где  $X$ ,  $Y_n$  и  $Z_n$  – значения координат  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  для используемого источника освещения. На рисунке приведен горизонтальный срез Lab-модели, в котором все цвета имеют одинаковую яркость. Это означает, что каждый цвет может быть точно описан в цветовых координатах  $a$  и  $b$ . Диапазон изменения значений компонентов цветности  $a$  и  $b$  зависит от способа практической реализации Lab-модели. Третий параметр, яркость ( $L$ ), представляется вертикальной координатой, которая в большинстве пакетов принимает значения от 0 (черный) до 100 (белый). Модель Lab в силу своей независимости от аппаратных средств позволяет воспроизводить одни и те же цвета независимо от особенностей устройства (монитора, принтера или компьютера), которое используется для создания или вывода изображений.

*Системы управления цветом.* Существует столько цветовых пространств RGB, сколько в мире есть мониторов, и столько CMYK-пространств, сколько печатных устройств. В такой ситуации дизайнерам, когда они создают цвет и выводят пробные отпечатки в настольных системах, приходится иметь дело с огромным количеством неоднозначностей и работать практически наугад. Система управления цветом – это набор программных средств, предназначенных для согласования цветовых пространств различных компонентов настольной издательской системы (сканеров, мониторов, принтеров) с целью получения согласованного воспроизведения цвета на всех этапах подготовки изображения для печати.

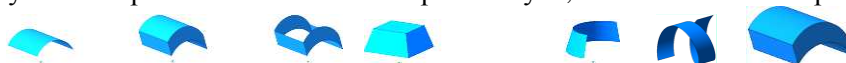
*Создание поверхностей в компас -3d.* В файле модели компас-3d могут быть созданы следующие поверхности: выдавливания, вращения, по сечениям, кинематическая, «заплатка», линейчатая, по сети кривых, по сети точек, по пласту точек, эквидистантная, поверхность соединения. Можно также импортировать в модель поверхности, записанные в файле формата SAT, IGES или STEP AP203. Доступны следующие операции над поверхностями: усечение, разбиение, продление, сшивка. Кроме того, существует возможность удаления отдельных граней поверхностей и тел. Команды работы с поверхностями расположены в меню *Операции – Поверхность*. Кнопки для вызова этих команд находятся на панели *Поверхности*.



Все вышеназванные возможности создания поверхностей и работы с ними описаны в настоящей части. Помимо этого, возможно выполнение следующих действий с поверхностями: масштабирование; изменение положения; сохранение в файле новой детали. Поверхности могут использоваться, например, для отсечения части модели или в качестве объекта, до которого производится выдавливание. При создании поверхность должна быть целой, т.е. не состоящей из частей. Иначе выполнение операции невозможно.

**Импортированная поверхность.** Для импорта поверхности или поверхностей в файл модели компас-3d могут использоваться следующие файлы. Файл с расширением *sat*, *igs*, *stp* или *step* – имеющиеся в этом файле свободные поверхности и поверхности тел будут вставлены в текущую модель. Файл координат точек с расширением *txt*, *xls* или *ods* – по заданным в этом файле координатам в текущей модели будет построена многогранная поверхность. Каждая грань поверхности имеет треугольную форму. Для выполнения импорта используется команда **Импортированная поверхность**

Поверхность выдавливания формируется путем перемещения сечения по прямойлинейной направляющей в одну или в обе стороны на заданное расстояние. В качестве сечения поверхности выдавливания может использоваться грань, эскиз, ребро или пространственная кривая (в том числе контур, построенный по линиям эскиза, ребрам грани или произвольный). При выдавливании грани, замкнутого эскиза, замкнутого *Контур на грани* или *Контур эскиза* возможно построение замкнутой поверхности. Если сечение разомкнуто, то замыкание поверхности невозможно.



Если сечение представляет собой плоскую грань, эскиз, контур, построенный по линиям эскиза или плоской грани, и выдавливается в направлении, перпендикулярном себе, то возможен уклон боковых граней поверхности. При выдавливании ребра или пространственной кривой (в том числе контура типа *Произвольный*) замыкание и уклон граней поверхности невозможны.

**Построение поверхности выдавливания.** 1. Вызовите команду **Поверхность выдавливания** . Запускается операция построения поверхности. На Панели свойств появляются элементы управления параметрами операции. 2. Задайте параметры операции: – *сечение* – так же, как при выполнении операции выдавливания; – *направление выдавливания* – так же, как при выполнении операции выдавливания; – *глубину выдавливания* – так же, как при выполнении операции выдавливания; – *угол уклона* – так же, как при выполнении операции выдавливания. Для задания таких параметров операции, как угол уклона, направление и глубина выдавливания, можно использовать характерные точки. Все значения параметров отображаются на экране в виде фантома поверхности. 3. Если в качестве сечения используется грань, замкнутый эскиз, замкнутый *Контур на грани* или *Контур эскиза*, становится доступна опция *Замкнутая поверхность*. Включите ее, если требуется добавить к поверхности грани, соответствующие начальному и конечному положению сечения 4. нажмите кнопку *Создать*, чтобы зафиксировать поверхность. Поверхность появится в окне модели, а соответствующая ей пиктограмма – в *Дереве модели*.

Поверхность вращения формируется путем вращения сечения вокруг оси в одну или в обе стороны на заданный угол. В качестве сечения поверхности вращения может использоваться грань, эскиз, ребро или пространственная кривая (в том числе контур, построенный по линиям эскиза, ребрам грани или произвольный). При вращении грани, замкнутого эскиза, замкнутого *Контур эскиза* или *Контур грани* возможно построение замкнутой поверхности.



Если сечение разомкнуто, то замыкание поверхности невозможно. При вращении ребра или пространственной кривой (в том числе контура типа *Произвольный*) замыкание поверхности также невозможно. Пример вращения пространственной кривой приведен на рисунке.


**Построение поверхности вращения.** 1. Вызовите команду **Поверхность вращения** . Запускается операция построения поверхности. На Панели свойств появляются элементы управления параметрами операции. 2. Задайте параметры операции (так же, как при выполнении операции вращения): – *сечение*; – *ось вращения*; – *тип построения*; – *направление вращения*; – *угол вращения*; все значения параметров отображаются на экране в виде фантома поверхности. 3. При использовании в качестве сечения грани, замкнутого эскиза, замкнутого *Контур эскиза* или *Контур грани* доступна опция *Замкнутая поверхность*. Включите ее, если требуется добавить к поверхности грани, соответствующие начальному и конечному положению сечения.



Нажмите кнопку *Создать*, чтобы зафиксировать поверхность. Поверхность появится в окне модели, а соответствующая ей пиктограмма – в *Дереве модели*.

**Требования к эскизу поверхности вращения.** – В эскизе может быть один или несколько контуров. – Если контур один, он может быть разомкнутым или замкнутым. – Если контуров несколько, все они должны быть замкнуты. – Если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие – вложенными в него. – Допускается один уровень вложенности контуров. Если эскиз содержит вложенные контуры, то корректное построение поверхности возможно, только если она замкнута (т.е. при включенной опции *Замкнутая поверхность*). Кроме сечения, эскиз может


содержать также ось вращения. В этом случае к нему предъявляются дополнительные требования: ось должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем линии *Осевая* или объектом типа *Осевая линия*, ни один из контуров не должен пересекать ось или ее продолжение, все контуры должны лежать по одну сторону от оси вращения. Кинематическая поверхность образуется путем перемещения сечения вдоль траектории. Если сечение замкнуто - возможно построение замкнутой поверхности. Если сечение разомкнуто, то замыкание поверхности невозможно. Сечение поверхности должно быть изображено в эскизе; в качестве направляющей можно использовать любую кривую или цепочку кривых. Требования к эскизу сечения и к траектории поверхности такие же, как и к эскизу и к траектории кинематического элемента.

Для создания в модели кинематической поверхности выполните следующие действия. 1. Вызовите команду *Кинематическая поверхность* . Команда доступна, если в модели есть хотя бы один эскиз. Запускается операция построения поверхности. На *Панели свойств* появляются элементы управления параметрами операции. 2. Задайте параметры операции (так же, как при выполнении кинематической операции): – сечение; – траектория; – тип движения сечения. Все значения параметров отображаются на экране в виде фантома поверхности. 3. При использовании замкнутого сечения доступна опция *Замкнутая поверхность*. Включите ее, если требуется добавить к поверхности плоские грани, соответствующие начальному и конечному положению сечения. 4. Нажмите кнопку *Создать*, чтобы зафиксировать поверхность. Поверхность появится в окне модели, а соответствующая ей пиктограмма – в *Дереве модели*. Поверхность по сечениям образуется путем соединения нескольких сечений произвольной формы и расположения. Крайнее сечение может быть точкой. Если сечения замкнуты, возможно построение замкнутой поверхности. Если сечения разомкнуты, то замыкание поверхности невозможно. В случае необходимости при построении элемента по сечениям можно использовать осевую линию.



Сечения поверхности должны быть изображены в эскизе; в качестве осевой линии можно использовать любую кривую или цепочку кривых. Требования к эскизам сечений и к осевой линии поверхности такие же, как и к эскизам и осевой линии элемента по сечениям.


Для создания в модели поверхности по сечениям выполните следующие действия.




1. Вызовите команду *Поверхность по сечениям* . Команда доступна, если в модели есть хотя бы два эскиза. Запускается операция построения поверхности. На *Панели свойств* появляются элементы управления параметрами операции. 2. Задайте параметры операции (так же, как при выполнении операции по сечениям): – сечение; – осевую линию; – способ построения. Все значения параметров отображаются на экране в виде фантома поверхности. 3. При использовании замкнутых сечений доступна опция *Замкнутая поверхность*. Включите ее, если требуется добавить к поверхности плоские грани, совпадающие по форме с начальным и конечным эскизами-сечениями

4. Нажмите кнопку *Создать*, чтобы зафиксировать поверхность. Поверхность появится в окне модели, а соответствующая ей пиктограмма – в *Дереве модели*.


Поверхность по сети точек – это сплайновая поверхность, построенная по точкам, условно образующим сеть, т.е. расположенным в несколько рядов с одинаковым количеством точек в каждом. Совпадение точек не допускается. Направление *U* создаваемой поверхности совпадает с направлением добавления точек. Направление *V* – это направление добавления рядов. Таким образом, точки сети формируют ряды в направлениях *U* и *V*.



Чтобы построить поверхность по сети точек, вызовите команду *Поверхность по сети точек* . На *Панели свойств* появятся элементы управления.

С помощью группы переключателей *Тип* выберите тип поверхности: *По точкам*  или *По полюсам* . Поверхность по точкам непосредственно проходит через точки сети. Поверхность по полюсам проходит на некотором расстоянии от точек сети, которое определяется их весом. По умолчанию точкам присваивается единичный вес; в случае необходимости можно изменить веса точек, переключившись в режим редактирования поверхности. Задайте точки поверхности. На вкладке *Свойства* *Панели свойств* вы можете задать наименование и цвет создаваемой поверхности. Также на этой вкладке отображается название системы координат поверхности. Если требуется проверить поверхность на наличие самопересечений, включите опцию *Проверка самопересечений*. Завершив задание точек и настроив свойства поверхности, нажмите кнопку *Создать объект* на *Панели специального управления*. Кнопка *Создать объект* доступна, если введено целое количество рядов точек, начиная с двух. Поверхность появится в окне модели, а соответствующая ей пиктограмма  – в *Дереве модели*. Если опция *Проверка самопересечений* была включена, то в

случае обнаружения самопересечений поверхность отмечается в *Дереве модели* как ошибочная – восклицательным знаком в красном кружке.

Чтобы задать точки поверхности, укажите в *Дереве* или в окне модели отдельные точечные объекты, группу точек или массив точек. Указание объектов при включенной опции *Ассоциировать* приводит к формированию ассоциативной связи точек поверхности с этими объектами. Вы можете создать точку, нажав кнопку *Построение точки*  на *Панели специального управления*. Указывать или создавать точки необходимо в порядке их расположения в ряду.

#### 4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2	3	4	5
1	1.	Возможности современной компьютерной графики. Компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи.	2	-
2	1.	Понятия геометрического моделирования, графической системы, базового графического пакета. Требуемые вычислительные ресурсы для решения геометрических графических задач. Применение средств компьютерной графики.	2	-
3	1.	Представление информации и ее машинная генерация. Работа с окнами графического пакета компас-3d. Документы компас-3d. Типы документов.	2	-
4	1.	Виды компьютерной графики. Графические языки. Системы координат и единицы измерения в документах компас-3d.	2	-
5	1.	Архитектура графических терминалов и графических рабочих станций. Видеоадаптеры VGA и SVGA. Работа в окне документа.	2	-
6	1.	Программирование ввода и вывода графических изображений. Базовая графическая система (основные типы выходных примитивов и их атрибуты, графические объекты, системы координат и преобразования). Основные понятия трехмерного моделирования.	2	-
7	1.	Графический метафайл, как средство обмена графическими данными. Программная и аппаратная реализация алгоритмов компьютерной графики. Геометрические преобразования. Настройка отображения Деревя модели.	2	2ч. Работа в малых группах
8	1.	Графические диалоговые системы. Применение интерактивной графики в информационных системах. Точки и кривые в компас-3d.	2	-
9	1.	Способы создания естественных графических изображений и движений на экране. Отображение. Цвет. Тени. Фактура материала в компьютерной графике. Создание поверхностей в компас-3d.	2	-
10	2.	Создание и простейшее редактирование стандартных примитивов в 3-ds max. Моделирование объектов на основе примитивов. Создание расширенных примитивов. Создание и редактирование конструкций из примитивов.	2	-

1	2	3	4	5
11	2.	Основы работы со сплайнами 3-ds max. Создание сплайнов. Геометрические фигуры. Текст. Линии. Редактирование сплайнов. Редактирование на уровне вершин. Изменение типа подобъектов. Редактирование на уровне сегментов. Редактирование на уровне сплайнов.	2	-
12	2.	Типовые материалы Vray MentalRay в 3-ds max. Универсальный материал. Цвет материала. Шероховатость. Отражения. Прозрачность. Дисперсия. Фактура и рельефность. Смешивание материалов. Просвечивающие материалы.	2	-
13	2.	Создание сцен в 3-ds max. Построение мягких объемных тел.	2	-
14	2.	Работа с текстилем в 3-ds max. Анимация. Наложение текстуры.	2	-
15	2.	Работа с системой частиц Blizzard в 3-ds max.	2	-
16	2.	Детализирование. Сборка. Разнесение компонентов в компас-3d.	6	-
<b>ИТОГО</b>			<b>36</b>	<b>2</b>

#### 4.4. Семинары / Практические занятия учебным планом не предусмотрены

#### 4.5. Контрольная работа

##### 2 семестр

Контрольная работа кр

Цель: освоение современных методов и средств компьютерной геометрии и графики; приобретение знаний и умений по построению двухмерных и трехмерных геометрических моделей объектов с помощью графических систем, правил оформления графической конструкторско-технической и другой документации; а также способов оформления полученных результатов в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов на научно-технических конференциях.

Структура: восемь графических заданий в соответствии с содержанием разделов 1-2 дисциплины; презентация сборочных соединений.

Основная тематика: Правила выполнения и оформления конструкторской документации; способы презентации графической информации.

Рекомендуемый объем: Контрольная работа оформляется на бумаге формата А4 и А3 в виде альбома из 15 чертежей с титульным листом и 3-х презентаций в виде растровых рисунков.

- Рабочий чертеж пластины (А4);
- Рабочий чертеж 2-х плоских контуров с сопряжениями и размерами (А3);
- Кривая поверхность. Пересечение поверхностей (А3);
- Разрез простой (А4);
- Соединение болтом; соединение болтом упрощенное (2 А4);
- Соединение шпонкой (А3);
- Соединения неразъемные (сварные) (А3)
- Сцена в 3ds max с демонстрацией стандартных и расширенных объектов с примененными к ним модификаторами (растр А4);
- Сцена в 3ds max с демонстрацией интерьера и мягких материалов; камер и осветительных приборов (растрА4);
- Рабочие чертежи сборочного узла и презентация сборки (5 А4);.

Выдача задания, прием кр и защита кр проводится в соответствии с календарным учебным графиком



<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки</b> контрольной работы
отлично	Выполнение рекомендованных заданий в соответствии с индивидуальным вариантом на бумаге формата А3 и А4. Работа должна быть выполнена качественно, в соответствии с требованиями государственных стандартов, регламентирующих правила выполнения конструкторской документации. Допускаются небольшие погрешности, которые студент быстро и с пониманием исправляет.
хорошо	Выполнение рекомендованных заданий в соответствии с индивидуальным вариантом на бумаге формата А3 и А4. Работа должна быть выполнена достаточно качественно, без грубых нарушений требований государственных стандартов, регламентирующих правила выполнения конструкторской документации. Допускаются погрешности, которые студент исправляет под руководством преподавателя.
удовлетворительно	Выполнение большинства из рекомендованных заданий в соответствии с индивидуальным вариантом на бумаге формата А3 и А4. Качество выполнения работы должно быть удовлетворительным. Требования государственных стандартов, регламентирующих правила выполнения конструкторской документации должны пониматься студентом. Грубые погрешности, которые студент допустил в процессе работы над заданиями, после консультации с преподавателем должны быть исправлены.
неудовлетворительно	Выполнение менее половины рекомендованных заданий в соответствии с индивидуальным заданием на бумаге формата А3 и А4. Качество выполнения работы не отвечает требованиям государственных стандартов, регламентирующих правила выполнения конструкторской документации. Грубые погрешности, допущенные студентом в процессе работы над заданиями, и после консультации с преподавателем не исправлены.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		$\Sigma$ <i>комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub> час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
			<b>3</b>	<b>26</b>				
1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>1.</b> Компьютерная геометрия		70	+	+	2	35	Лк, ЛР, СР	кр, зачет с оц.
<b>2.</b> Компьютерная графика		38	+	+	2	19	Лк, ЛР, СР	кр, зачет с оц.
<i>всего часов</i>		<b>108</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>54</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Правила выполнения видов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.П. Григорьевская, Г.А. Иващенко [и др.] - Братск : БрГУ, 2003. – 84 с. – ISBN 5-8166-0093-1 : <http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Григорьевская%20Л.П.%20Правила%20выполнения%20видов.Уч.пособие.2003.pdf> *Допущено УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебного пособия для студентов вузов* (стр. 5 – 79).

2. Правила выполнения сечений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. П. Григорьевская, Г. А. Иващенко [и др.]. - Братск : БрГТУ, 2003. - 77 с. - 2004. – 76 с. <http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Правила%20выполнения%20сечений.Уч.%20пособие.2003.pdf> *Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области лесного дела в качестве учебного пособия для студентов вузов лесотехнического профиля* (стр. 5 – 75).

3. Машинная графика. Простановка размеров. Трёхмерное моделирование поверхностей [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.П. Григорьевская, Г.А. Иващенко, Л.Б. Григорьевский и др. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2007. – 202 с. <http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20Графика/Машинная%20Графика.Постановка%20размеров.Трёхмерное%20моделирование%20поверхностей.Уч.%20пособие.2007.pdf/> (стр. 5 – 202).

4. Неразъёмные соединения. САПР – технологии. Построение трёхмерных моделей и разработка чертежей неразъёмных сборочных единиц в системах автоматизированного проектирования КОМПАС 3D и T – FLEX CAD: учеб. пособие / Л.Б. Григорьевский. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 83с. <http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20Графика/Григорьевский%20Л.Б.Неразъёмные%20соединения.Уч.пособие.2010.pdf/> (стр. 5 – 83).

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). – ISBN 978-5-7695-7940-0	Лк, ЛР, СРС	31	1
2.	Инженерная 3D-компьютерная графика / А. Л. Хейфец [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2013. - 464 с. - (Бакалавр. Базовый курс)	ПЗ	10	1
<b>Дополнительная литература</b>				
3.	Инженерная 3D-компьютерная графика : учебное пособие / А. Л. Хейфец [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 464 с. - ISBN 978-5-9916-2483-1	Лк, ЛР, СРС	17 (включая аналог)	1
4.	Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере: учеб. пособие / Б.Г.Миронов	Лк, ЛР, СРС	98	1

1	2	3	4	5
	[и др.].- 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Высшая школа, 2004. - 355 с.			

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Электронный каталог библиотеки БрГУ

[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).

2. Электронная библиотека БрГУ

<http://ecat.brstu.ru/catalog> .

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»

<http://biblioclub.ru> .

4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»

<http://e.lanbook.com> .

5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"

<http://window.edu.ru> .

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .

7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)

<https://uisrussia.msu.ru/> .

8. Национальная электронная библиотека НЭБ

<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приступая к изучению дисциплины Компьютерная геометрия и графика, обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке ФГБОУ ВО «БрГУ» и библиотеке кафедры Машиноведения, механики и инженерной графики. Получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, завести тетрадь для конспектирования лекций и работы с первоисточниками.

В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями на внутренних и внешних электронных ресурсах. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

В ходе практических занятий принимать активное участие в выполнении графических решений на компьютере и в обсуждении учебных вопросов. С целью более глубокого усвоения изучаемого материала задавать вопросы преподавателю. После подведения итогов практического занятия устранить недостатки, отмеченные преподавателем.

При подготовке к зачету (в конце семестра) повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю. Темы пропущенных занятий студентом прорабатываются и предъявляются преподавателю для отчета. Графическая часть темы пропущенного занятия выполняется студентом в соответствии с индивидуальным вариантом и предъявляется преподавателю для оценивания. Оценка выставляется в журнал. Все графические работы, выполненные на занятиях и контрольные работы в конце семестра подшиваются в альбом с титульным листом. Потерянные работы восстанавливаются студентом в обязательном порядке. В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Содержание внеаудиторной самостоятельной определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно примерной и рабочей программ учебной дисциплины.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.

- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, решения задач, выполнение заданий контрольных работ, ответ на контрольные вопросы, тестирование и др.

- для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники; выполнение графических работ на персональном компьютере в комас-3d и в 3ds max.

Самостоятельная работа осуществляется индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов. контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

## 9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

### Лабораторная работа №1

Тема: Возможности современной компьютерной графики. Компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи.

Цель работы: ознакомиться с возможностями современных графических пакетов в разработке конструкторских документов; освоить интерфейс компас – 3d.

#### Задание:

1. В соответствии с требованиями государственных стандартов оформить чертеж пластины на формате А4;

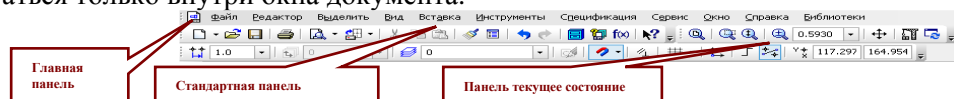
Форма отчетности: Чертеж пластины на формате А4.

#### Задания для самостоятельной работы:

Проработка команд разделов *Геометрия* и *Редактирование* в компас – 3d.

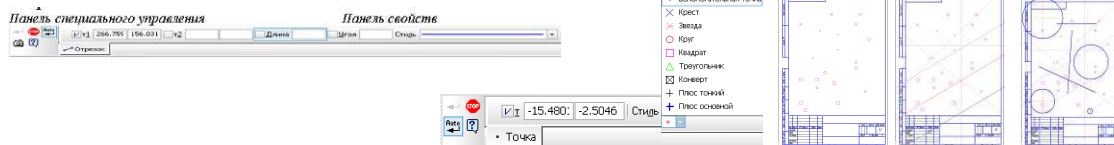
#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе


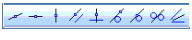
*Элементы интерфейса компас – 3d.* *Заголовок* – содержит название, номер версии системы, имя текущего документа, кнопку системного меню, а также кнопки управления окном системы. *Главное меню* – служит для вызова команд системы. Содержит названия страниц меню. Состав Главного меню зависит от типа текущего документа и режима работы системы. *Инструментальные панели* – содержат кнопки вызова команд системы. *Компактная панель* – содержит несколько инструментальных панелей и кнопки переключения между ними. Состав компактной панели зависит от типа активного документа. *Панель свойств* – служит для настройки объекта при его создании или редактировании. *Строка сообщений* – содержит сообщения системы, относящиеся к текущей команде или элементу рабочего окна, на который указывает курсор. *Дерево документа* – отражает порядок создания модели (чертежа) и связи между её элементами и компонентами. Может располагаться только внутри окна документа.



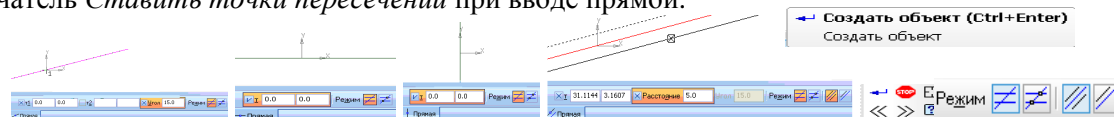
Стандартная панель содержит следующие кнопки. - Предварительный просмотр. Используется, когда необходимо вывести документ на печать. - Показать все (показать документ полностью). Также для масштабирования изображения можно использовать колесико мыши. - Обновить изображение. - Сдвинуть изображение. Сдвинуть изображение можно также, нажав на колесико мыши. *Компактная панель инструментов* (находится в левой части рабочего окна) состоит из нескольких отдельных разделов: *Геометрия*, *Размеры*, *Обозначения*, *Редактирование*, Команды раздела *Геометрия*.

Каждая команда, имеющая в правом нижнем углу кнопки маленький треугольник, имеет дополнительные опции. Например, команда *Отрезок*: просто отрезок, параллельный отрезок, перпендикулярный отрезок, касательный через внешнюю точку, через точку на кривой, касательная к кривым. При активизации любой команды в нижней части рабочего окна открывается. Команда *Точка*. Чтобы построить точку нужно либо ввести ее координаты на *Панели управления*, либо указать ее положение курсором на чертеже. На *Панели управления* можно выбрать стиль создаваемой точки.







Команда *Вспомогательная прямая*  содержит несколько опций : *Вспомогательная прямая*, *Горизонтальная прямая*, *Вертикальная прямая*, *Параллельная прямая*, *Перпендикулярная прямая*, *Касательная прямая через внешнюю точку*, *Касательная прямая через точку на кривой*, *Прямая, касательная к 2 кривым*, *Биссектриса*. Используются для облегчения создания чертежа: сначала создают вспомогательные прямые, а потом по ним формируют чертеж.


















*Вспомогательная прямая*. Существует несколько способов создания вспомогательной произвольной прямой. По двум точкам, по точке и углу, или указанием точек курсором на чертеже. Иногда бывает необходимо знать точки пересечений вспомогательной прямой с другими объектами - для этого при создании вспомогательной прямой на *Панели управления* должен быть активизирован переключатель *Ставить точки пересечений* при вводе прямой.

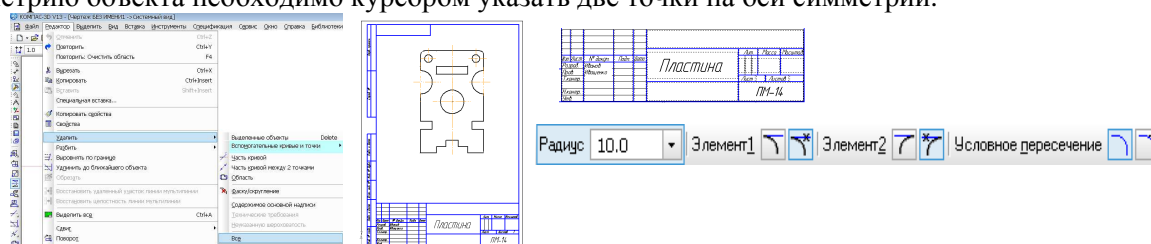



*Горизонтальная прямая*. Для построения вспомогательной горизонтальной прямой нужно только задать точку, через которую она пройдет, нажмите *Enter* для подтверждения построения. *Вертикальная прямая*. Команда аналогична предыдущей. Но угол наклона прямой к оси *X* равен 90 или 270 градусов. *Параллельная прямая*. Необходимо указать отрезок или вспомогательную прямую, параллельно которым будет построена новая прямая. Затем задать расстояние отступа от прямолинейного объекта. При включенном на *Панели управления* переключателе *Две прямые* появятся фантомы двух прямых, находящихся с двух сторон от прямолинейного объекта (а при включенном переключателе *Одна прямая* - только с одной стороны) - с помощью кнопок на *Панели управления* *Следующий объект* и *Предыдущий объект* можно выбрать нужную для построения. *Перпендикулярная прямая*. Определяется объект, перпендикулярно которому будет построена вспомогательная прямая, затем указывается точка, через которую она пройдет. На панели специального управления следует зафиксировать построение нажатием знака *Создать объект*.

Команда *Отрезок*  содержит следующие опции : *Параллельный отрезок*; *Перпендикулярный отрезок*; *Касательный отрезок*; *Касательный отрезок через внешнюю точку*; *Касательный отрезок через точку кривой*, *Отрезок, касательный к 2 кривым*. *Отрезок*. Для построения отрезка необходимо задать координаты первой точки отрезка, затем указать на чертеже вторую точку, либо ввести ее координаты на *Панели управления*. Можно задать указанием длины отрезка и угла, под которым он должен быть расположен.

*Окружность*. Задается центр окружности и ее радиус или диаметр. Можно установить режим отрисовки окружности с осевыми линиями - для этого на *Панели управления* должен быть активизирован переключатель *С осями*. Также можно задать стиль линии (по умолчанию используется стиль *Основная*).  - *Непрерывный ввод объектов*. Последовательный ввод отрезков.  - *Скругление*.

*Редактирование*                 Содержит команды для редактирования объектов: *сдвиг*, *поворот*, *масштабирование*, *симметрия* , *копирование*, *деформация сдвигом*, *усечь кривую*, *разбить кривую*, *очистить область*. Для того, чтобы команды перешли в активный режим, следует коснуться курсором нужного объекта (подсветится зеленым цветом). Чтобы построить зеркальную симметрию объекта необходимо курсором указать две точки на оси симметрии.



Заполнить основную надпись можно, если щелкнуть дважды по ней на чертеже. Основная надпись активизируется, и станет доступной для введения информации. Для сохранения текста следует подтвердить, указав курсором на кнопку *Создать объект* .

#### Основная литература


1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). –ISBN 978-5-7695-7940-0

#### Дополнительная литература

1. Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере : учеб. пособие / Б. Г. Миронов [и др.]. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Высшая школа, 2004. - 355 с.

2. Неразъемные соединения. САПР – технологии. Построение трёхмерных моделей и разработка чертежей неразъемных сборочных единиц в системах автоматизированного проектирования КОМПАС 3D и T – FLEX CAD: учеб. пособие / Л.Б. Григорьевский. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 83с. <http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Григорьевский%20Л.Б.Неразъемные%20соединения.Уч.пособие.2010.pdf/> (стр. 5 – 83).

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Расположение Главного меню в компас - 3d; Инструментальной панели.
2. Расположение Компактной панели; Панели свойств; Строки сообщений.
3. Расположение Дерева документа. Создание файла чертежа.
4. Назовите команды раздела Редактирование.
5. Назовите команды раздела Геометрия.
6. Требования к эскизам. Функциональное назначение кнопки Создать объект .
7. Как производится добавление скруглений?

#### Лабораторная работа №2

Тема: Понятия геометрического моделирования, графической системы, базового графического пакета. Требуемые вычислительные ресурсы для решения геометрических графических задач.

Применение средств компьютерной графики.

Цель работы: Изучение основ твердотельного моделирования в компас – 3d.

Задание:


1. Создать модель пересекающихся поверхностей в компас – 3d.
2. Разработать чертеж пересекающихся поверхностей на формате А3.

Форма отчетности: Чертеж пересекающихся поверхностей на формате А3.

Задания для самостоятельной работы:


1. Разработать чертеж пересекающихся поверхностей по индивидуальному варианту на формате А3.

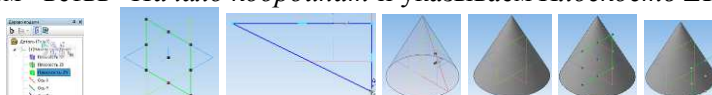
Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе










Создание файла детали. Для создания новой детали вызываем команду *Файл – Создать* или нажимаем кнопку *Создать*  на панели *Стандартная*.



В диалоговом окне указываем тип создаваемого документа *Деталь – ОК*.

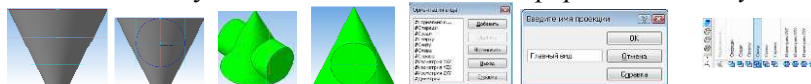
Пересекаются две геометрические фигуры – прямой круговой конус (диаметр – 90; высота – 90) и прямой круговой цилиндр (диаметр – 50; длина – 90). Для построения конуса применим операцию *Вращение* . Её эскиз размещаем в плоскости XY. На панели *Вид* нажимаем кнопку списка справа от кнопки *Ориентация* и указываем вариант *Изометрия YZX*. Создаем новый эскиз в плоскости ZY. Выбор начальной ориентации модели оказывает влияние только на её ориентацию в пространстве. В дереве модели раскрываем «ветвь» *Начало координат* и указываем *Плоскость ZY*.



На панели *Текущее состояние* нажимаем кнопку *Эскиз* . Нажимаем кнопку *Геометрия* на *Панели переключения*. На панели *Глобальные привязки*  отключаем привязку *Выравнивание*  и включаем привязку *Угловая* . Нажимаем кнопку *Непрерывный ввод объектов* . 45/90; 90/180; Точки на горизонтальной и вертикальной прямых соединяем гипотенузой – получаем прямоугольный треугольник. Стиль линии горизонтального катета меняем с *Основная* на *Осевая*. Нажимаем кнопку *Создать объект*. Отрезок является осью вращения. Закрываем *Эскиз* . Для построения конуса применим операцию *Вращение*  (операции образования поверхностей ) на панели *Редактирование детали* . Для построения прямого кругового цилиндра требуется построить эскиз

его основания в плоскости, параллельной ZX. В *Дереве модели* выделяем плоскость ZX. Используем команды *Вспомогательной геометрии* . Нажимаем кнопку *Смещенная плоскость* на расширенной панели команд создания вспомогательных плоскостей . В строке *Текущее состояние* расстояние указываем 45мм (половина диаметра основания конуса).

. Нажимаем кнопку *Создать объект* и *Прервать команду*

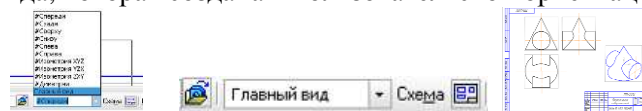


Выделяем новую плоскость и активизируем кнопку *Эскиз*. В новом эскизе требуется определить центр окружности основания цилиндра. Для уменьшения изображения эскиза, удерживая клавишу <Shift>, поворачиваем колесико мыши на себя. В *Геометрия* нажимаем на уголок кнопки *Вспомогательные прямые* , из раскрывшегося меню вспомогательных прямых выбираем *Горизонтальная прямая* , проводим прямую через точку начала координат для активизации команды *Параллельная прямая* . Строим горизонтальную вспомогательную прямую на расстоянии 25мм от построенной. Нажимаем последовательно . Строим окружность , задавая диаметр 25 мм. Закрываем *Эскиз* . На панели *Редактирование модели* нажимаем кнопку *Операция выдавливания* . На *Панели свойств* раскрываем список *Направление* и указываем вариант *Обратное направление на 90 мм*.

*Создание пользовательской ориентации.* Устанавливаем стандартную ориентацию модели *Справа*. Нажимаем кнопку *Ориентация* на панели *Вид*. В окне *Ориентация вида* нажимаем опцию *Добавить*. Вводим имя проекции *Главный вид* и нажимаем кнопку *ОК*, затем кнопку *Выход*. Устанавливаем для модели стандартную ориентацию *Изометрия YZX*. Сохраняем модель на диске.

*Создание и настройка чертежа.* Для создания нового чертежа вызываем команду *Файл – Создать* или нажимаем кнопку *Создать* на панели *Стандартная*. Указываем тип создаваемого документа *Чертеж* и нажимаем кнопку *ОК*. Нажмиме кнопку *Менеджер документа* на панели *Стандартная*. Раскрываем список форматов и указываем формат А3. Меняем ориентацию формата на горизонтальную. Нажимаем кнопку *ОК*. Нажимаем кнопку *Показать все* на панели *Вид*.

*Создание стандартных видов.* На инструментальной панели *Виды* активизируем кнопку *Стандартные виды* . Если деталь открыта, то нажимаем к *ОК*. Если нет – то нажимаем кнопку *Из файла* и указываем положение детали на диске. На *Панели свойств* выбираем ориентацию изображения для главного вида, которая создана в пользовательской ориентации *Главный вид*.



В опции *Схема видов* , оставляем все три вида. Нажимаем *ОК*. Система построит указанные виды и заполнит ячейки основной надписи данными. На изображениях проводим осевые линии. Чтобы построить объемное изображение на чертеже, на инструментальной панели *Виды* активизируем кнопку *Произвольный вид* . Если деталь открыта, то нажимаем к *ОК*. Если нет – то нажимаем кнопку *Из файла* и указываем положение детали на диске. В строке текущего состояния указываем стандартную изометрию *YZX*. Вывод на печать: *Файл – Предварительный просмотр – Сервис – Подогнать масштаб – Количество страниц по горизонтали* (2 – формат А3, 1 – формат А4)

Рекомендуемые источники

1. Неразъемные соединения. САПР – технологии. Построение трёхмерных моделей и разработка чертежей неразъемных сборочных единиц в системах автоматизированного проектирования КОМПАС 3D и Т – FLEX CAD: учеб. пособие / Л.Б. Григорьевский. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 83с. [http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические %20 по собия/Инженерная%20графика/Григорьевский%20Л.Б.Неразъемные%20соединения.Уч. пособие. 2010 .pdf/](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20по%20собия/Инженерная%20графика/Григорьевский%20Л.Б.Неразъемные%20соединения.Уч. пособие. 2010 .pdf/) (стр. 5 – 83).

Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). –ISBN 978-5-7695-7940-0

Дополнительная литература

1. Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере : учеб. пособие / Б. Г. Миронов [и др.]. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Высшая школа, 2004. - 355 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как активизировать кнопку эскиз .? Как работает команда Вырезать выдавливанием ? Операция выдавливания ?

2. Функциональное назначение кнопки Редактирование модели .



3. Как активизировать команду Симметрия  раздела Редактирование?
4. Функциональное назначение кнопок Вид ; Стандартные виды .

### **Лабораторная работа №3**

Тема: Представление информации и ее машинная генерация. Работа с окнами графического пакета компас-3d. Документы компас-3d. Типы документов.

**Цель работы:** Освоить операцию *Линия разреза* раздела Редактирование трехмерного моделирования в компас – 3d.

#### **Задание:**

1. Создать модель заданной детали в компас – 3d.
2. Разработать чертеж заданной детали на формате А3.
3. Выполнить разрез детали, используя операцию *Линия разреза* раздела Редактирование.
4. Нанести размеры и заполнить основную надпись

**Форма отчетности:** Чертеж заданной детали с полезными разрезами и размерами на формате А3.


#### **Задания для самостоятельной работы:**

1. Разработать чертеж заданной детали с полезными разрезами и размерами по индивидуальному варианту на формате А3.






#### **Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе**

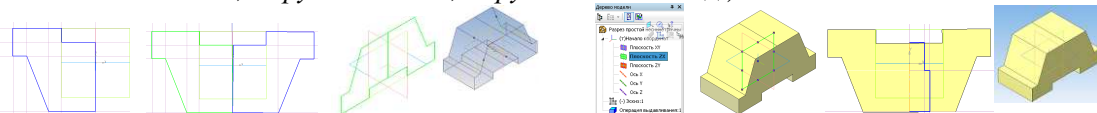
**Создание основания детали.** Основание – первый формообразующий элемент детали. В качестве основания можно использовать любой из базовых элементов: выдавливания, вращения, кинематической или по сечениям. За основание детали чаще всего принимают тот её элемент, к которому удобнее добавлять другие элементы. В нашей детали за основание удобнее взять геометрическую фигуру с очертаниями как на главном виде. Её эскиз размещаем в плоскости *XOZ*.





Построение основания начинается с создания его плоского эскиза. Для чего выбирают одну из стандартных плоскостей проекций. В дереве модели раскрываем «ветвь» *Начало координат* и указываем *Плоскость XZ*

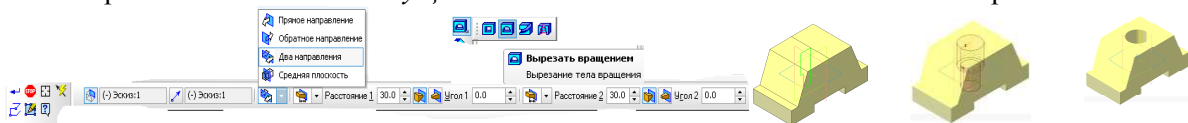
На панели *Текущее состояние* нажимаем кнопку *Эскиз* . Система перейдет в режим редактирования. Плоскость *XZ* станет параллельной экрану. **Требования к эскизам**




Изображение в эскизе должно отвечать следующим требованиям: - контур в эскизе всегда отображается стилем линии *Основная*; - контуры в эскизе не должны пересекаться и не должны иметь общих точек. В соответствии с положением осей

системы координат начинаем выполнять контур эскиза в соответствии с заданием, используя команды раздела *Геометрия*  на *Компактной панели* (*Вспомогательные прямые* , *Непрерывный ввод объектов* , *Окружность* , *Скругление*  и. т. д.).





Если контур эскиза симметричный, строим только его половину. Затем выделяем рамкой набранный контур и в разделе *Редактирование*  выбираем команду *Симметрия* . Указываем 2 точки на оси симметрии. На панели *Вид* кнопка *Обновить изображение*  позволяет устранить дефекты изображения. На панели *Текущее состояние* нажатию кнопки *Эскиз*  закрываем эскиз.



В разделе *Редактирование детали*  выбираем команду *Операция выдавливания*  (кнопка *Операция выдавливания*). В поле *Направление* необходимо выбрать *Два направления*. Поскольку ширина нашей модели - 60 мм, выдавливаем в каждом направлении на 30 мм. Для фиксации введенного значения нажимаем клавишу <Enter>. Выполнение элементов детали. В нашей детали имеются два цилиндрических отверстия. Получить их можно несколькими способами. Поочередно вырезать каждое из них на соответствующую глубину, или построить общий контур и применив команду *Вырезать вращением* раздела *Редактирование детали* . **Создание зеркального массива.** В детали имеются симметричные вырезы по бокам. Выполняем вырез с одной стороны. Для этого основание используем как эскиз.

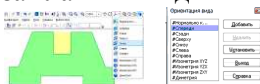


Используя раздел *Массивы*  на *Компактной панели*, можно полученный результат скопировать. Открываем команду *Зеркальный массив* .





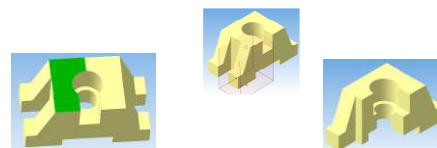
Нажимаем кнопку *Плоскость* и показываем ту плоскость, относительно которой будет происходить копирование. *Создание рабочего чертежа детали.* Устанавливаем стандартную ориентацию модели *Снизу* и принимаем ее за главный вид



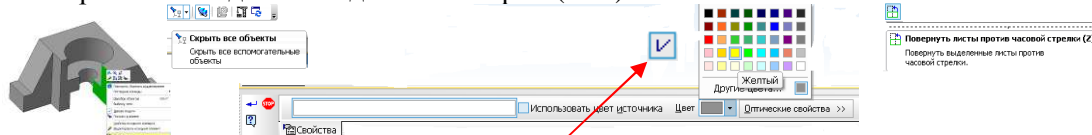
Для создания нового чертежа вызываем команду *Файл – Создать* или нажимаем кнопку *Создать* на панели *Стандартная*. Указываем тип создаваемого документа *Чертеж* и нажимаем кнопку *ОК*. Нажмем кнопку *Менеджер документа* на панели *Стандартная*. Раскрываем список форматов и указываем формат *A3*. Если щелкнуть мышью по пиктограмме *Ориентация* формат поменяет ориентацию на горизонтальную. Нажимаем кнопку *ОК*. Нажимаем кнопку *Показать все* на панели *Вид*. *Создание стандартных видов* активизируем кнопку *Стандартные виды*. Если нажать кнопку *Из файла* и указываем положение ориентации изображения для главного вида, которая создана в пользовательской ориентации *Главный вид*.



В опции *Линии* указываем *Показывать*.



Нам необходимо построить разрезы. Вне зависимости от положения секущей плоскости разреза. В компас-3d строит разрез на всем изображении. Используем команду. *Линия разреза* раздела *Обозначения*. Для его построения можно воспользоваться предыдущей операцией. На чертеже нам необходимо также показать деталь с четвертью выреза. Для этого вновь откроем деталь и сохраним ее под любым другим именем. Верхнее основание примем в качестве эскиза, в котором выполним контур эскиза, используя команду *Непрерывный ввод объектов* раздела *Геометрия*. Вырезать нужно сектор, расположенный в плоскости *YOX*. Для построения на чертеже аксонометрического изображения следует на инструментальной панели *Виды* активизировать кнопку *Произвольный вид*. Если деталь открыта, то нажимаем *ОК*. Если нет – то нажимаем кнопку *Из файла* и указываем положение детали на диске. Из предложенного списка изображений следует выбрать необходимый вид аксонометрии (*YZX*).



Проводим центровые линии для окружностей и ось симметрии для детали на виде *сверху и слева*. Вывод на печать: *Файл – Предварительный просмотр*. Повернем лист против часовой стрелки. Затем – *Сервис – Подогнать масштаб – Количество страниц по горизонтали* (1 – формат A4).

Рекомендуемые источники:

1. Правила выполнения видов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.П. Григорьевская, Г.А. Иващенко [и др.] - Братск : БрГУ, 2003. – 84 с. – ISBN 5-8166-0093-1 : <http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Григорьевская%20Л.П.%20Правила%20выполнения%20видов.Уч.пособие.2003.pdf> Допущено УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебного пособия для студентов вузов (стр. 5 – 79).

2. Правила выполнения сечений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. П. Григорьевская, Г. А. Иващенко [и др.]. - Братск : БрГУ, 2003. - 77 с. - 2004. – 76 с. <http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Правила%20выполнения%20сечений.Уч.%20пособие.2003.pdf> Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области лесного дела в качестве учебного пособия для студентов вузов лесотехнического профиля (стр. 5 – 75).

3. Машинная графика. Простановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.П. Григорьевская, Г.А. Иващенко, Л.Б. Григорьевский и др. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2007. – 202 с. <http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Машинная%20графика.Простановка%20размеров.Трехмерное%20моделирование%20поверхностей.Уч.пособие.2007.pdf>

#### Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). –ISBN 978-5-7695-7940-0

#### Дополнительная литература

1. Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере : учеб. пособие / Б. Г. Миронов [и др.]. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Высшая школа, 2004. - 355 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что называется разрезом? Чем разрез отличается от сечения?
2. Функциональное назначение кнопки *Непрерывный ввод объектов* раздела *Геометрия*?
3. Функциональное назначение кнопки *Менеджер документа* на панели *Стандартная*?
4. Как осуществить вывод на печать конструкторского документа?
5. Как на чертеже подключить линии невидимого контура?

#### Лабораторная работа №4

Тема: Виды компьютерной графики. Графические языки. Системы координат и единицы измерения в документах компас-3d.

Цель работы: Освоить сопряжения геометрических элементов чертежа с помощью команды *Скругление* компас-3d.

#### Задание:

1. В соответствии с заданием разработать чертеж плоского контура в компас – 3d.
2. Разработать чертеж заданной детали на формате А4.
3. Нанести размеры и заполнить основную надпись

Форма отчетности: Чертеж плоского контура на формате А4 с нанесенными размерами.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Разработать чертеж плоского контура на формате А4 с нанесенными размерами по индивидуальному варианту.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

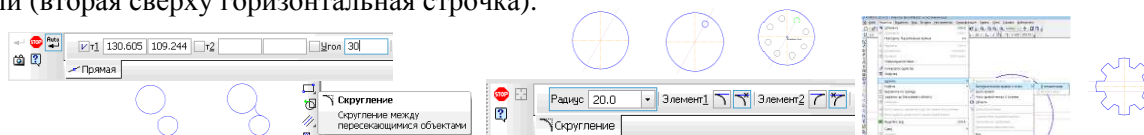
Если необходимо выполнить несколько одинаковых объектов вдоль окружности, используют команду *Копия по окружности* раздела *Редактирование*. Строим необходимый объект. Например, шлицевую прорезь. В разделе *Геометрия* с помощью команды *Параллельная прямая* в соответствии с заданием проводим две параллельные прямые.

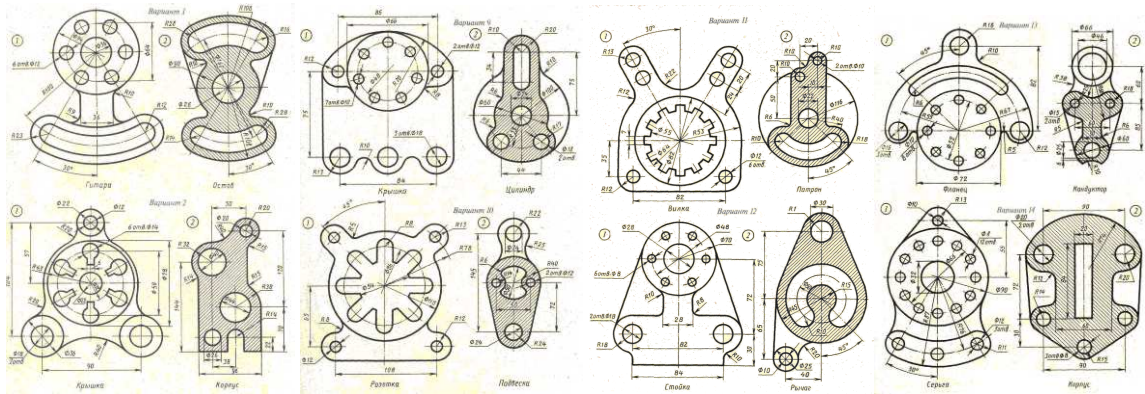


Затем обводим элементы, используя команду *Отрезок*, и выделяем их зеленым цветом. В разделе *Редактирование* выбираем команду *Копия по окружности*. В строке *Текущего состояния* указываем количество копий. А курсором указываем центр окружности, вдоль которой будет произведено копирование. Переключатель режима устанавливаем *Вдоль всей окружности*. После этого необходимо лишь удалить ненужные элементы.

Если необходимо копировать окружность, то строим исходную окружность в соответствии с заданием. Например, окружность находится на луче, составляющем угол 30°. В разделе *Геометрия* с помощью команды *Вспомогательная прямая* строим соответствующий луч. Затем аналогично предыдущему примеру строим необходимое количество копий.

Для построения скруглений используем команду *Скругление*. В строке *текущего состояния* указываем радиус скругления, а курсором указываем последовательно элементы, между которыми выстраивается плавный переход (сопряжение). Если на чертеже много дополнительных точек или вспомогательных линий, их можно быстро удалить с помощью *Редактора* на инструментальной панели (вторая сверху горизонтальная строка).





Рекомендуемые источники:

1. Правила выполнения видов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.П. Григорьевская, Г.А. Иващенко [и др.] - Братск : БрГУ, 2003. – 84 с. – ISBN 5-8166-0093-1 : <http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Григорьевская%20Л.П.%20Правила%20выполнения%20видов.Уч.пособие.2003.pdf> *Допущено УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебного пособия для студентов вузов (стр. 5 – 79).*

2. Машинная графика. Постановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.П. Григорьевская, Г.А. Иващенко, Л.Б. Григорьевский и др. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2007. – 202 с. [http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные %20и%20 учеб но методические%20пособия/Инженерная%20графика/Машинная%20графика.Постановка%20размеров.Трехмерное%20моделирование%20поверхностей.Уч.%20пособие.2007.pdf/](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Машинная%20графика.Постановка%20размеров.Трехмерное%20моделирование%20поверхностей.Уч.%20пособие.2007.pdf/) (стр. 5 – 202).




Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). –ISBN 978-5-7695-7940-0

Дополнительная литература

1. Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере : учеб. пособие / Б. Г. Миронов [и др.]. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Высшая школа, 2004. - 355 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как работает команда *Скругление*?
2. Функциональное назначение команды *Копия по окружности*  раздела *Редактирование*  ?
3. Функциональное назначение кнопки *Менеджер документа* на панели *Стандартная*  ?
4. Как осуществить нанесение размеров на конструкторском документе?

### Лабораторная работа №5

Тема: Архитектура графических терминалов и графических рабочих станций. Видеоадаптеры VGA и SVGA. Работа в окне документа.

Цель работы: Освоить особенности нанесения размеров на чертеже в компас-3d.

Задание:

1. В соответствии с заданием разработать модель плоского контура в компас – 3d.
2. Разработать чертеж заданной детали на формате А3.
3. Нанести размеры и заполнить основную надпись

Форма отчетности: Чертеж плоского контура на формате А3 с нанесенными размерами.

Задания для самостоятельной работы:

1. Разработать чертеж плоского контура на формате А3 с нанесенными размерами по индивидуальному варианту.

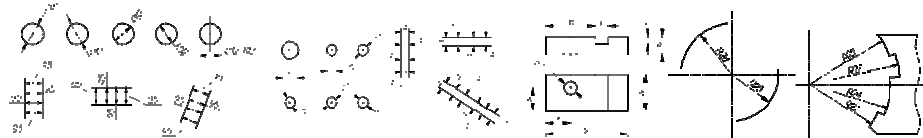
Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Для нанесения размеров используют выносные и размерные линии и размерные числа.

При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии - перпендикулярно размерам. В случае нанесения размеров на чертежах деталей, размерные линии следует проводить в радиусном направлении, а выносные проводить по дугам окружностей. При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии - радиально. При нанесении нескольких параллельных или концентричных размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке.



При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий в зоне, расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа помещают над размерными линиями со стороны их выпуклости; в зоне, расположенной ниже горизонтальной осевой линии - со стороны вогнутости размерных линий. Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должно быть 7 мм, а между размерной и линией контура - 10 мм и выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных линий. Допускается проводить размерные линии непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым и другим линиям. Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т. п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно. При проведении нескольких радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов не располагают на одной прямой.



При совпадении центров нескольких радиусов их размерные линии допускается не доводить до центра, кроме крайних. При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности детали (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество.



Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры. Количество одинаковых отверстий всегда указывают полностью, а их размеры - только один раз. При нанесении размеров; определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстия), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка.













При большом количестве размеров, нанесенных от общей базы, допускается наносить линейные и угловые размеры. При этом проводят общую размерную линию от отметки «0» и размерные числа наносят в направлении выносных линий у их концов.

В нашей детали за основание удобнее взять прямоугольную пластину со скругленными углами. Её эскиз размещаем в плоскости XOY. Построение основания начинается с создания его плоского эскиза. Для чего выбирают одну из стандартных плоскостей проекций. В дереве модели раскрываем «ветвь» *Начало координат* и указываем *Плоскость XY*.

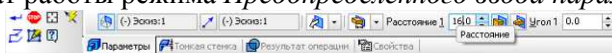






На панели *Текущее состояние* нажимаем кнопку *Эскиз*. Система перейдет в режим редактирования. Плоскость XY станет параллельной экрану. Удерживая клавишу <Shift>, нажимаем колесико мыши и, не отпуская его, перетаскиваем символ начала координат эскиза в верхнюю часть экрана. Нажимаем на уголок кнопки *Вспомогательные прямые*, из раскрывшегося меню вспомогательных прямых выбираем *Вертикальная прямая*. Через центр начала координат проводим вертикальную вспомогательную прямую. Нажимаем кнопку *Прервать команду* на панели специального управления - это ось симметрии пластины.

Нажимаем кнопку *Непрерывный ввод объектов* на панели *Геометрия*. Из точки начала координат построим замкнутую ломаную линию, вводя отрезки со следующими размерами и углами наклона: 40/180; 90/270; 15/360; 10/270; 15/180; 30/270; 20/360; 8/90; 12/360; 8/90; 8/360. На панели *Геометрия* открываем команду *Параллельная прямая*. С помощью горизонтальной прямой выделяем верхнее ребро пластины. На расстоянии 40 мм от него проводим горизонтальную






вспомогательную прямую. Затем, в графе *Расстояние поочередно* набираем 20 и 30, также проводим горизонтальные прямые. Затем с помощью вертикальной прямой  проводим вспомогательную прямую на расстоянии 20 мм от оси симметрии. Строим окружность , задавая радиус 15 мм или диаметр 30 мм в поле *Радиус (Диаметр)*. Нажимаем кнопку *Непрерывный ввод объектов*  на панели *Геометрия* , проводим последовательно линии внутреннего прямоугольника до оси симметрии. Выделяем набранный контур и на панели *Редактирование*  выбираем команду *Симметрия* . Указываем 2 точки на вспомогательной прямой на оси симметрии. На панели *Вид* кнопка *Обновить изображение*  позволяет устранить дефекты изображения. На панели *Текущее состояние* нажатием кнопки *Эскиз*  закрываем эскиз. *Построение объемного тела* На панели *Редактирование модели*  нажимаем кнопку *Операция выдавливания* .




На экране появляется фантом трехмерного элемента – временное изображение, показывающее текущее состояние создаваемого объекта. Вводим с клавиатуры значение 5 в поле *Расстояние 1* на панели *свойств*. Это результат работы режима *Предопределенного ввода параметров*.




Для фиксации введенного значения нажимаем клавишу <Enter>. При указании вершин, ребер, осей, граней и плоскостей в окне модели происходит поиск объектов: при прохождении курсора над объектом этот объект подсвечивается, а курсор меняет внешний вид. Указываем переднюю грань основания и нажимаем кнопку *Эскиз*  на панели *Текущее состояние*. Строим отверстия в пластине. Нажимаем кнопку *Геометрия*  на *Панели переключения*. Среди вспомогательных прямых открываем команду *Параллельная прямая* . Выделяем верхнее ребро основания (окрашивается в красный цвет). На панели *Текущее состояние* в графе *Расстояние* набираем 65. С помощью вертикальной прямой  проводим вспомогательную прямую на оси симметрии – получаем центр отверстия.


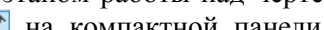







Нажимаем кнопку *Окружность*  на панели *Геометрия*. Строим окружность, задавая радиус 30мм в поле *Радиус*. Закрываем эскиз . Нажимаем кнопку *Вырезать выдавливанием*  на панели *Редактирование модели*. В списке *Тип построения* необходимо выбрать *Через все. Добавление скруглений*. Нажимаем кнопку *Скругление* . С клавиатуры вводим значение 10 мм в поле *Радиус* на *Панели свойств*. Необходимо убедиться, что в справочном поле на *Панели свойств* отображается информация о выборе 2 ребер. Указываем переднюю грань и нажимаем кнопку *Эскиз* . Выполняем построение 2 маленьких отверстий.

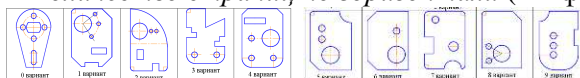
*Создание рабочего чертежа Пластины.* Устанавливаем стандартную ориентацию модели *Спереди* . Для создания нового чертежа вызываем команду *Файл – Создать* или нажимаем кнопку *Создать*  на панели *Стандартная*. Указываем тип создаваемого документа *Чертеж* и нажимаем кнопку *ОК*. На экране появится окно нового документа. Нажмите кнопку *Менеджер документа* на панели *Стандартная* . Раскрываем список форматов и указываем формат *A3*. Если щелкнуть мышью по пиктограмме *Ориентация* формат поменяет ориентацию на горизонтальную. Нажимаем кнопку На *Панели свойств* выбираем ориентацию изображения для главного вида, которая создана в пользовательской ориентации *Главный вид*.



В опции *Схема видов* , отказываемся от создания вида *Слева* и вида *Сверху*. Нажимаем *ОК*. Система построит указанный вид и заполнит ячейки основной надписи данными. Пунктирная рамка вокруг видов не выводится на печать и означает, что виды ассоциативно связаны с 3-d моделью. С помощью нажатой левой кнопкой мыши можно виды перемещать по листу не нарушая проекционной связи. Для работы с каким-либо видом его следует сделать текущим. Для этого на панели *Текущее состояние* раскрываем список *Состояния видов* и указываем нужный номер.

Следующим этапом работы над чертежом является нанесение размеров. Для этого открываем раздел *Размеры*  на компактной панели.  Выбираем команду *Линейный размер* . Строка состояния позволяет выбирать в зависимости от ситуации различные положения размерных линий – *Вертикальный* , *Горизонтальный*  и *Параллельно объекту* . Для того, чтобы выдерживать минимально допустимые расстояния между размерными линиями и размерной линией с контуром, включаем режим сетки. В графе текст можно указывать необходимые размер с дополнительными надписями. Используя команду *диаметральный размер*  проставляем размер центрального отверстия. Для маленьких отверстий в строке состояния нажимаем поле *Текст* и в появившемся диалоговом окне в поле *Текст до* делаем запись *2 отв*. Чтобы надпись произвести на

полке необходимо правой кнопкой мыши вызвать меню и указать строчку *На полке*. Для размеров диаметров включаем опцию *Диаметр*. Вывод на печать: Файл – *Предварительный просмотр* – *Сервис* – *Подогнать масштаб* – *Количество страниц по горизонтали* (2 – формат А3, 1 – формат А4)



Рекомендуемые источники:

1. Правила выполнения видов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.П. Григорьевская, Г.А. Иващенко [и др.]- Братск : БрГУ, 2003. – 84 с. – ISBN 5-8166-0093-1 : <http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Григорьевская%20Л.П.%20Правила%20выполнения%20видов.Уч.пособие.2003.pdf> *Допущено УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебного пособия для студентов вузов* (стр. 5 – 79).

2. Машинная графика. Простановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.П. Григорьевская, Г.А. Иващенко, Л.Б. Григорьевский и др. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2007. – 202 с. [http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные %20и%20 учеб но методические%20пособия/Инженерная%20графика/Машинная%20графика.Постановка%20размеров.Трехмерное%20моделирование%20поверхностей.Уч.%20пособие.2007.pdf/](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Машинная%20графика.Постановка%20размеров.Трехмерное%20моделирование%20поверхностей.Уч.%20пособие.2007.pdf) (стр. 5 – 202).

Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). –ISBN 978-5-7695-7940-0

Дополнительная литература

1. Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере: учеб. пособие / Б. Г. Миронов [и др.]. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Высшая школа, 2004. - 355 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как следует располагать на чертеже размерные и выносные линии для измерения величины отрезка, угла, радиуса и дуги?
2. На каком расстоянии от линии контура проводят размерные линии?
3. Как проставлять на чертеже размерные числа в зависимости от наклона размерных линий и расположения углов?
4. Укажите основные правила нанесения размеров диаметров окружностей и радиусов дуг?
5. Как наносят размеры сферы и квадрата?
6. Как приставляют на чертеже размеры конусности и уклона?
7. В каких случаях размерную линию проводят с обрывом?

### **Лабораторная работа №6**

Тема: Программирование ввода и вывода графических изображений. Базовая графическая система (основные типы выходных примитивов и их атрибуты, графические объекты, системы координат и преобразования). Основные понятия трехмерного моделирования.

Цель работы: Освоить особенности работы с Машинностроительной библиотеки в компас-3d.

Задание:

1. Выполнить на формате А4 в чертеж болтового соединения. Диаметр болта и размеры деталей взять в таблице №1.
2. Выполнить на формате А4 упрощенное изображение болтового соединения по размерам, рассчитанным в задании №1.

Форма отчетности: Чертеж плоского контура на формате А3 с нанесенными размерами.

Задания для самостоятельной работы:

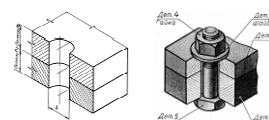
1. Разработать чертеж плоского контура на формате А3 с нанесенными размерами по индивидуальному варианту.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Болт представляет собой стандартное изделие и является цилиндрическим стержнем, у которого с одной стороны нарезана резьба, а с другой стороны имеется шестигранная головка. Болт используют для соединения двух и более деталей. В соединении также используются стандартные изделия – гайка и шайба. *Последовательность расчета*

Из таблицы №1 (Варианты заданий) берем данные своего варианта для расчета болтового соединения. Например:  $d = 30$ ;  $m = 30$ ;  $n = 20$ ; где:  $d$  – диаметр стержня болта;  $m$  и  $n$  – толщины соединяемых деталей. Болт диаметром  $d$  может быть коротким или длинным. Это зависит от толщины соединяемых деталей –  $m$  и  $n$ . Подсчитаем длину  $L$  болта.

$L_{\text{б}} = m + n + S_{\text{ш}} + H + K$ , где *толщина шайбы*  $S_{\text{ш}} = 0,15d = 0,15 \cdot 30 = 4,5$ ;



высота гайки  $H_r = 0,8d = 0,8 \cdot 30 = 24$ ; свободный конец  $K = 0,3d = 0,3 \cdot 30 = 9$ .

Все цифровые значения величин  $m$ ,  $n$ ,  $S_{ш}$ ,  $H_r$ ,  $K$  подставляем в формулу.

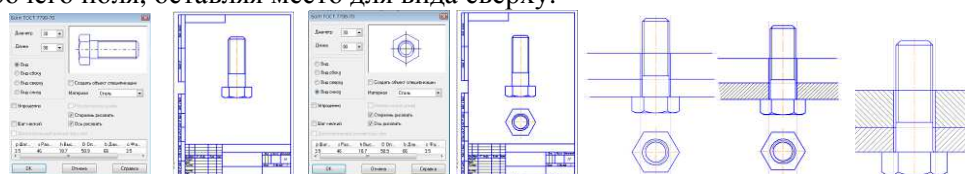
$L_6 = 30 + 20 + 4,5 + 24 + 9 = 87,5$  мм.

Подбираем в таблице №2 (Определение стандартной длины болта и длины нарезания резьбы для болтов по ГОСТ 7798 – 70) болт диаметром 30мм со стандартной длиной, близкой к полученному значению. Выбираем значение, ближайшее к  $L_6$ .  $L_{б. \text{станд.}} = 90$ мм. Для того, чтобы соединить детали с помощью болта, в них необходимо просверлить отверстия большего диаметра, чем у болта. Диаметр отверстий  $A$ :  $A = 1,1d = 1,1 \cdot 30 = 33$ мм.

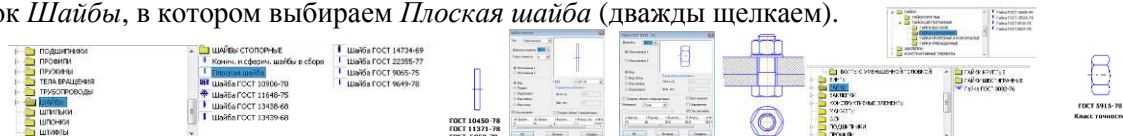
*Создание и настройка чертежа.* Последовательность вычерчивания болтового соединения. Для выполнения чертежей воспользуемся *Менеджером библиотек*. На инструментальной панели активизируем . В открывшемся в нижней части экрана диалоговом окне библиотек активизируем последовательно следующие библиотеки: *Машиностроение – Конструкторская библиотека*.



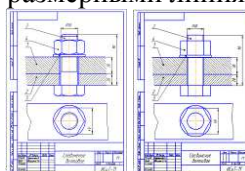
В *Конструкторской библиотеке* нам необходимы стандартные изделия: болт, гайка и шайба. Раскрываем список *Болты*, активизируем список *Болты нормальные*. Выбираем *Болт ГОСТ 7798-70*. Дважды щелкаем левой клавишей мыши, и в открывшемся диалоговом окне задаем необходимые значения болта: *Диаметр – 30*; *Длина – 90*; Проверяем, чтобы была включена кнопка *Вид*. Отключаем флажок – *Упрощенно*. – *ОК*. Появившийся фантом болта размещаем примерно посередине рабочего поля, оставляя место для вида сверху.



Для построения вида сверху еще раз вызываем диалоговое окно и выбираем *Вид снизу* (нам необходима проекция стержня болта). Формируем изображение. На панели *Геометрия* используем команды *Вспомогательные прямые* , *Отрезок* и *Штриховка* . Последовательно выполняем изображения деталей  $m$  и  $n$ , в которых выполнены отверстия диаметром 33мм (проводим вертикальные линии на расстоянии 1.5мм от стержня болта слева и справа). Толщина нижней детали – 20мм, толщина верхней – 30мм, ширина их не имеет значения. Подбираем шайбу. Раскрываем список *Шайбы*, в котором выбираем *Плоская шайба* (дважды щелкаем).



В открывшемся диалоговом окне задаем необходимые значения шайбы: *Диаметр – 30*; *Исполнение – 1*; Проверяем, чтобы была включена кнопка *Вид*. В перечне справа выбираем ГОСТ 11371-78 – *ОК*. Появившийся фантом шайбы размещаем так, чтобы отмеченная на нем крестиком точка совместилась с точкой на оси болта на уровне верхней детали. Формируем изображение. Для построения вида сверху еще раз вызываем диалоговое окно и выбираем *Вид сверху*. Подбираем гайку. Раскрываем список *Гайки*, в котором выбираем *Гайки нормальные*. В списке справа выбираем *Гайка ГОСТ 5915-70* (дважды щелкаем). В открывшемся диалоговом окне задаем необходимые значения гайки: *Диаметр – 30*; *Исполнение – 1*; Проверяем включение кнопки *Вид*. Появившийся фантом гайки размещаем так, чтобы отмеченная на нем крестиком точка совместилась с точкой на оси болта на уровне верхней плоскости шайбы. Формируем изображение. Для построения вида сверху еще раз вызываем диалоговое окно и выбираем *Вид сверху*. Гайка и шайба показываются не рассеченными. Используя опцию *Усечь кривую* команды *Редактирование* , необходимо удалить контуры болта, которые не должны быть видны за изображениями гайки и шайбы. Наносят следующие размеры: диаметр стержня болта с резьбой ( $M30$ ); длина болта (90); размер  $m$  (30); размер  $n$  (20); размер «под ключ» (46). Для нанесения размеров выбираем команду *Линейный размер* . Строка состояния позволяет выбирать в зависимости от ситуации различные положения размерных линий – *Вертикальный* , *Горизонтальный* и *Параллельно объекту* . Для того, чтобы выдерживать минимально допустимые расстояния между размерными линиями, включаем режим сетки .





Поскольку мы построили сборочный чертеж соединения, состоящего из нескольких деталей, то нам необходимо нанести позиционные номера, которые проставляются на вынесенных полочках. Сами полочки располагаются либо в столбик, либо в строчку. Активизируем раздел *Обозначения* компактной панели. На инструментальной панели выбираем команду *Обозначение позиций*. Щелчком левой кнопки мыши указываем положение точки на изображении детали, от которой будет нанесена позиция. Система сама присваивает номера позиций. Следует следить за тем, чтобы линии выноски не пересекались между собой. Выполнение упрощенного изображения болтового соединения. На сборочных чертежах применяется ряд упрощений: фаски на чертеже не изображаются; резьба изображается по всей длине стержня или отверстия; зазоры между деталями и отверстиями не изображают. Достаточно открыть чертеж «Соединение болтовое», сохранить его как «Соединение болтовое упрощенное» и вызывать двойным щелчком по болту и гайке диалоговые окна, в которых включать флажок *Упрощенное изображение* для болта и гайки.

Рекомендуемые источники:

1. Машинная графика. Простановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.П. Григорьевская, Г.А. Иващенко, Л.Б. Григорьевский и др. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2007. – 202 с. [http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные %20и%20 учеб но методические%20пособия/Инженерная%20графика/Машинная%20графика.Постановка%20размеров.Трехмерное%20моделирование%20%20поверхностей.Уч.%20пособие.2007.pdf/](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учеб%20но%20методические%20пособия/Инженерная%20графика/Машинная%20графика.Постановка%20размеров.Трехмерное%20моделирование%20%20поверхностей.Уч.%20пособие.2007.pdf/) (стр. 5 – 202).

Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). –ISBN 978-5-7695-7940-0

Дополнительная литература

1. Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере: учеб. пособие / Б. Г. Миронов [и др.]. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Высшая школа, 2004. - 355 с.

**Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Что представляет собой болт; гайкам? шайба?
2. Для чего используется болтовое соединение?
3. Как рассчитать длину болта в соединении?
4. Как пользоваться *Менеджером библиотек*?
5. Какие размеры наносят на сборочном чертеже?
6. Какие упрощения используют на сборочном чертеже?

## **Лабораторная работа №7**

Тема: Графический метафайл, как средство обмена графическими данными. Программная и аппаратная реализация алгоритмов компьютерной графики. Геометрические преобразования. Настройка отображения Деревя модели. . (2ч) *Работа в малых группах – студенческая группа разбивается на подгруппы по 2 человека. Каждая подгруппа самостоятельно проектирует и производит разработку заданных деталей.*

**Цель работы:** Изучить работу шпоночного соединения; особенности подбора шпонки.

**Задание:**

1. Выполнить на формате А3 в чертеж шпоночного соединения.
2. Выполнить спецификацию к сборочному чертежу шпоночного соединения.

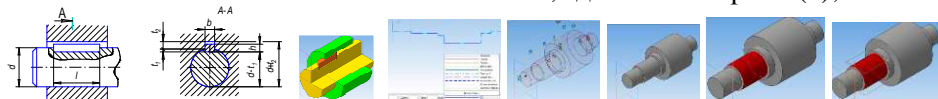
**Форма отчетности:** Чертеж шпоночного соединения на формате А3.

**Задания для самостоятельной работы:**

1. Разработать чертеж шпоночного соединения по индивидуальному варианту.

**Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе**

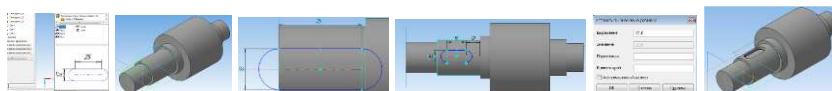
Шпонка – это металлическая или деревянная деталь, которую, устанавливая в пазах двух соприкасающихся деталей для предотвращения относительного вращения или сдвига этих деталей. Шпонка служит для передачи вращающего момента в соединении вала со шкивом, зубчатым колесом, маховиком и другими деталями, вращающимися вместе с валом. Шпонки могут быть призматические, сегментные, клиновые и др. Шпонка является стандартным изделием и обозначается: Шпонка 10x8x30 ГОСТ 23360 – 78, где – 10 – ширина ( $b$ ); 8 – высота ( $h$ ); 30 – длина ( $l$ ).



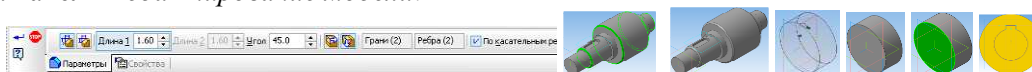
Удерживая клавишу *<Shift>*, нажимаем колесико мыши и, не отпуская его, перетаскиваем символ начала координат эскиза в левую часть экрана. Нажимаем кнопку *Непрерывный ввод объектов* на панели *Геометрия*. Из точки начала координат построим замкнутую ломаную

линию, вводя отрезки со следующими размерами и углами наклона: 12,5/270; 26/0; 3/270; 36/0; 3/270; 8/0; 10/270; 50/0; 13/90; 14/0; 3/90; 14/0; 12,5/90; 148/180. Меняем стиль горизонтального отрезка с *Основная* на *Осевая*. Отрезок является осью вращения. Закрываем *Эскиз*.

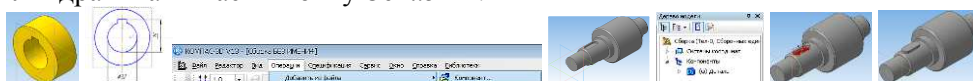
Вызываем команду *Операция вращения* на панели *Редактирование детали*. *Построение касательной плоскости*. Для создания шпоночного пазы нужно построить вспомогательную плоскость для размещения эскиза. Используем команды *Вспомогательной геометрии*. Нажимаем кнопку *Касательная плоскость* на расширенной панели команд создания вспомогательных плоскостей. Указываем цилиндрическую грань вала. Из бесчисленного количества касательных плоскостей нас интересуют плоскость, параллельная плоскости ZY. В дереве модели указываем *Плоскость ZY*. Затем для окончательного выбора нажимаем кнопку *Положение 2* на *Панели свойств*. *Использование библиотеки эскизов*. Для создания типовых контуров можно воспользоваться *Библиотекой эскизов*. В дереве модели выбираем элемент *Касательная плоскость* и вызываем правой кнопкой контекстное меню. Из контекстного меню выбираем команду *Эскиз из библиотеки*. В дереве библиотеки открываем папку *Пазы и бобышки*. В списке элементов указываем *Паз 1*. В окне предварительного просмотра можно увидеть его контур. В поля координат точки привязки по осям X и Y на *Панели свойств* вводим значение 0. В поле *Угол* вводим значение 90°. В дереве модели появится новый элемент *Эскиз:2*.



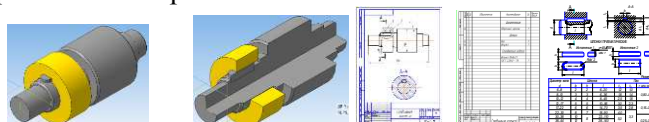
Укажем *Эскиз:2* нажимаем кнопку *Эскиз*. Эскиз представляет собой параметрический контур с размерами. Для завершения эскиза необходимо изменить размеры контура шпоночной канавки и правильно разместить его контур. Построим дополнительный линейный размер, используя команду *Авторазмер* и присвоим ему значение 12мм – контур шпоночной канавки займет правильное положение в эскизе. Закроем *Эскиз* и применим операцию *Вырезать выдавливанием* на панели *Редактирование модели*. Проверяем состояние поля *Направление построения* - выбираем *Прямое направление*. В списке *Тип построения* необходимо выбрать *На расстояние*, выставляем 5 мм. На 4-х круглых ребрах выполняем фаски длиной 1,6мм под углом 45°, используя команду *Фаска*, на панели *Редактирование модели*.



*Создание файла детали Втулка*. Нажимаем кнопку *Непрерывный ввод объектов* на панели *Геометрия*. Из точки начала координат построим замкнутую ломаную линию, вводя отрезки со следующими размерами и углами наклона: 30/270; 25/0; 30/90; 25/180. Меняем стиль горизонтального отрезка с *Основная* на *Осевая*. Отрезок является осью вращения. Закрываем *Эскиз*. Вызываем команду *Операция вращения* на панели *Редактирование детали*. Выделяем доньшко полученного цилиндра и нажимаем кнопку *Эскиз*.



В эскизе строим окружность диаметром и шпоночный паз с размерами, как показано на рисунке. Закрываем эскиз. Нажимаем кнопку *Вырезать выдавливанием* на панели *Редактирование модели*. В списке *Тип построения* необходимо выбрать *Через все*. *Создание сборки шпоночного соединения*. В сборках доступны операции создания и редактирования тел. Операции удаления материала, например *Вырезать выдавливанием*, могут быть применены как к телам, построенным в самой сборке, так и к телам компонентов. Открываем новый документ *Создать*, выбираем тип документа *Сборка*. Чтобы добавить в сборку компонент, существующий в файле на диске, вызываем команду *Операции – Добавить из файла – Компонент* или включаем раздел на компактной панели *Добавить из файла*. *Создание шпонки в сборке*. Для построения детали в текущей сборке, выделяем на существующем компоненте плоскость (доньшко шпоночной канавки), на которой будет базироваться эскиз основания новой детали, вызываем команду *Операции – Создать – Деталь*. На панели *Редактирование модели* нажимаем кнопку *Операция выдавливания* (расстояние 8мм – высота стандартной шпонки для данного сечения вала). Нажимаем кнопку *Редактировать на месте* на панели *Текущее состояние* (или вызвать из контекстного меню). Система вернется в режим работы со сборкой.



На компактной панели включаем раздел *Редактирование сборки* . Чтобы добавить в сборку втулку, вызываем команду *Операции – Добавить из файла – Компонент* или включаем раздел на компактной панели *Добавить из файла* . В появившемся диалоговом окне выбираем необходимый файл с втулкой. Задаем точку вставки компонента. Вводим координаты точки вставки компонента в группе полей *Точка вставки* на панели свойств. Задаем координаты ( $x = 0$ ;  $y = 0$ ;  $z = -35$ ).

Рекомендуемые источники:

1. Машинная графика. Постановка размеров. Трехмерное моделирование поверхностей [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.П. Григорьевская, Г.А. Иващенко, Л.Б. Григорьевский и др. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2007. – 202 с. [http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные %20и%20 учеб но методические%20пособия/Инженерная%20графика/Машинная%20графика.Постановка%20размеров.Трехмерное%20моделирование%20поверхностей.Уч.%20пособие.2007.pdf/](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учеб%20но%20методические%20пособия/Инженерная%20графика/Машинная%20графика.Постановка%20размеров.Трехмерное%20моделирование%20поверхностей.Уч.%20пособие.2007.pdf/) (стр. 5 – 202).

Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). –ISBN 978-5-7695-7940-0

Дополнительная литература

1. Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере : учеб. пособие / Б. Г. Миронов [и др.]. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Высшая школа, 2004. - 355 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой шпонка?
2. Для чего используется шпоночное соединение?
3. Как построить касательную плоскость, используя команду *Вспомогательная геометрия*?
4. Как пользоваться разделом *Редактирование сборки* .?
5. Как пользоваться библиотекой эскизов?

### **Лабораторная работа №8**

Тема: Графические диалоговые системы. Применение интерактивной графики в информационных системах. Точки и кривые в компас-3d.

Цель работы: Изучить работу сварного соединения; особенности обозначения и изображения.

Задание:

На основании исходных данных (чертежа детали изготавливаемой литьём) необходимо:

1. Разработать конструкцию сварной сборочной единицы взамен литой детали.
2. Разработать модели деталей, входящих в состав сварной сборочной единицы.
3. Выполнить сборку деталей сварной сборочной единицы.

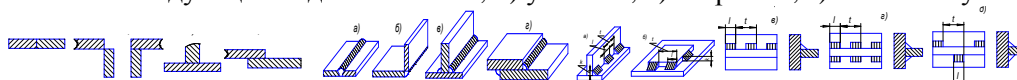
Форма отчетности: Сборочная единица сварного соединения.

Задания для самостоятельной работы:

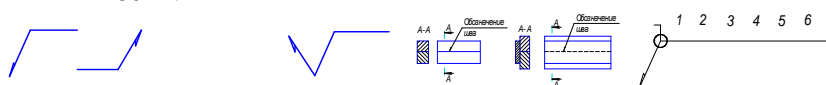
1. Разработать чертеж сварной сборочной единицы по индивидуальному варианту.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Сварными соединениями называют совокупность деталей, соединенных сварным швом. Они разделяются на следующие виды: а) стыковые; б) угловые; в) тавровые; г) внахлестку



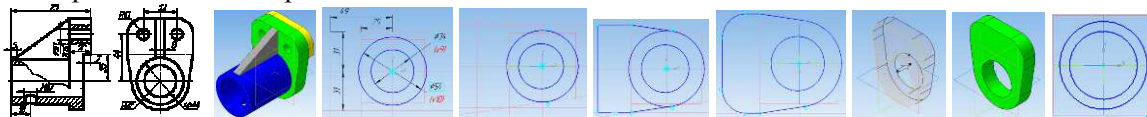
Прерывистые швы подразделяются на: а) тавровые; б) внахлестку; в) односторонние; г) цепные; д) шахматные. Длина провариваемого участка прерывистого шва 20-60 мм (или определяется расчетом). Угол скоса кромки определяется по соответствующему стандарту. *Изображение и обозначение швов сварных соединений.* Эти сведения даются в условных изображениях и обозначениях швов сварных соединений согласно ГОСТ 2.312-72. Для указания места шва сварного соединения применяют линию-выноску с односторонней стрелкой, которая вычерчивается сплошной тонкой линией. К линии-выноске присоединяют горизонтальную черту (полку) такой же толщины. На черте и под ней проставляются обозначения шва сварного соединения. В случае необходимости допускается излом линии-выноски.



Швы сварных соединений независимо от способа сварки условно изображают сплошной линией, если шов видимый, и штриховой линией, если шов невидимый. Условные обозначения швов сварных соединений включают: Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов; Буквенно-цифровое обозначение шва; Условное обозначение способа сварки; Знак и размер катета; Размер длины привариваемого участка, знаки расположения швов, если швы прерывистые, и т.п.; Вспомогательные знаки. Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов

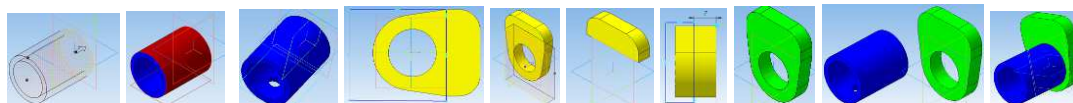
принимается в зависимости от способа сварки изделия. Условное обозначение способа сварки (буквенное): полуавтоматическая - П, автоматическая - А. Швы считаются одинаковыми, если одинаковы их типы, размеры конструктивных элементов, условные обозначения, к ним предъявляют одни и те же технические требования.

Конструкция состоит из 4-х деталей: основания, большого цилиндра; ребра жесткости; бобышки. Создаем трехмерные модели деталей: основания, цилиндра и бобышки. Ребро можно создать непосредственно в сборке.



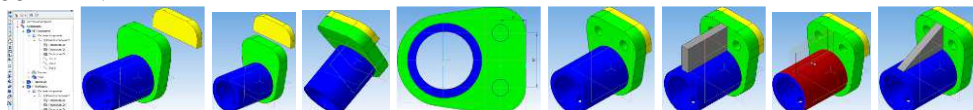
Создание файла детали Основание. На панели **Геометрия** строим **Окружность**, диаметром 54мм и 34мм. В разделе **Вспомогательные прямые** выбираем команду **Касательная прямая через внешнюю точку**. Проводим касательные к окружности выделяя сначала окружность, затем верхнюю точку. Аналогично проводим вторую касательную. Нажимаем кнопку **Непрерывный ввод объектов** и обводим получившийся контур. В разделе **Редактирование** выбираем команду **Усечь кривую**, удаляем лишние линии и выполняем скругление двух углов радиусом 15 мм. Закрываем **Эскиз**. На панели **Редактирование модели** нажимаем кнопку **Операция выдавливания**. Выдавливает на расстояние 13мм.

Создание файла детали Цилиндр. Строим **Окружность**, диаметром 44мм и 34мм. Закрываем **Эскиз**. На панели **Редактирование модели** нажимаем кнопку **Операция выдавливания**. Выдавливает на расстояние 55мм. Для создания отверстия в цилиндрической поверхности нужно построить вспомогательную плоскость для размещения эскиза. Используем команды **Вспомогательной геометрии**. Нажимаем кнопку **Касательная плоскость** на расширенной панели команд создания вспомогательных плоскостей. Указываем цилиндрическую грань вала и выбираем плоскость ZX. Затем для окончательного выбора нажимаем кнопку **Положение 1** на **Панели свойств**. Построенную плоскость используем как эскиз, в котором строим отверстие диаметром 10мм на расстоянии 18мм. Нажимаем кнопку **Вырезать выдавливанием** на панели **Редактирование модели**. В списке **Тип построения** необходимо выбрать **Расстояние – 20мм**.



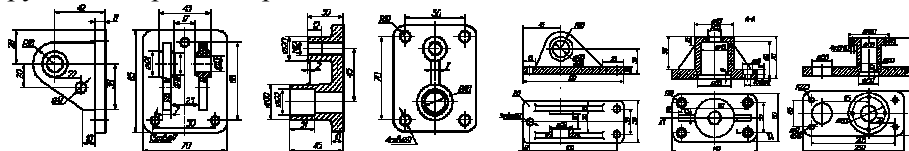
Создание файла детали Бобышка. Поскольку данная деталь по конфигурации повторяет частично деталь Основание, то создаем ее используя готовую деталь. Открываем файл детали Основание, сохраняем как новую деталь с именем Бобышка. В **Свойствах модели** указываем цвет. Выделяем плоскую грань детали и нажимаем кнопку **Эскиз**. Строим контур прямоугольника с произвольными размерами так, чтобы одна из его сторон прошла через точки, в которых закончилось касание. Закрываем **Эскиз**. Нажимаем кнопку **Вырезать выдавливанием** на панели **Редактирование модели**. Строим контур прямоугольника с произвольными размерами так, чтобы одна из его сторон была удалена от основания на 7мм. Закрываем **Эскиз**. Нажимаем кнопку **Вырезать выдавливанием**. В списке **Тип построения** необходимо выбрать **Через все**.

Создание сборки. Открываем новый документ **Создать**, выбираем тип документа **Сборка**. Вызываем команду **Операции – Добавить из файла – Компонент**. В появившемся диалоговом окне выбираем файл Основание. Задаем точку вставки компонента. Добавляем новый компонент – Цилиндр, используя команду **Добавить из файла**. Из списка деталей выбираем деталь Цилиндр. Для обеспечения соосности отверстий в Основании и Цилиндре используем команду **Соосность**, активизировав ее на инструментальной панели раздела **Сопряжения**. Затем указываем боковые поверхности отверстий в обеих деталях. Следующим этапом будет активизация команды **Совпадение**, для которой требуется указать правое основание Цилиндра и плоскость Основания для совмещения. Добавляем новый компонент – Бобышка. Для обеспечения необходимого взаимного положения основания и Бобышки задаем с помощью команд раздела **Сопряжения**. Выполним команду **Совпадение**. В **Дереве построения** или окне сборки указываем совпадение плоскостей XZ одной и другой детали. Повторяем команду **Совпадение**. Указываем правую плоскость Основания и левую плоскость Бобышки. Повторяем команду **Совпадение**. Указываем торцовые плоскости Основания и Бобышки.



В окне сборки выполняем совместные отверстия в деталях Основание и Бобышка. Выделяем плоскость Основания и включаем *Эскиз*. Строим окружности, диаметром 10 мм на панели *Геометрия* на указанном расстоянии. Закрываем *Эскиз*. Нажимаем кнопку *Вырезать выдавливанием* на панели *Редактирование модели*. В списке *Тип построения* необходимо выбрать *Через все*. В окне сборки выполняем Ребро жесткости. Выделяем верхнюю грань детали Основание и включаем *Эскиз*. Используя команды раздела *Геометрия* строим по указанным размерам торцовую плоскость ребра жесткости. Закрываем *Эскиз*. На панели *Редактирование модели* нажимаем кнопку *Операция выдавливания*. В поле *Расстояние* выбираем опцию *До поверхности* и указываем поверхность цилиндра. Выделяем боковую грань ребра и используем ее как эскиз. С помощью команды *Непрерывный ввод объектов* строим треугольник, деля прямоугольник по диагонали. Закрываем *Эскиз*. Нажимаем кнопку *Вырезать выдавливанием*. В списке *Тип построения* необходимо выбрать *Через все*. Создаем новый вид (главный), как показано на рисунке.

На основании исходных данных (чертежа детали изготавливаемой литьем) необходимо: разработать конструкцию сварной сборочной единицы взамен литой детали.



Рекомендуемые источники:

1. Неразъемные соединения. САПР – технологии. Построение трёхмерных моделей и разработка чертежей неразъемных сборочных единиц в системах автоматизированного проектирования КОМПАС 3D и T – FLEX CAD: учеб. пособие / Л.Б. Григорьевский. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 83с. <http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Григорьевский%20Л.Б.Неразъемные%20соединения.Уч.пособие.2010.pdf> (стр. 5 – 83).

Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). –ISBN 978-5-7695-7940-0

Дополнительная литература

1. Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере: учеб. пособие / Б. Г. Миронов [и др.]. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Высшая школа, 2004. - 355 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой сварное соединение?
2. Для чего используется сварное соединение?
3. Как изображается шов сварного соединения с видимой стороны?
4. Как изображается шов сварного соединения с невидимой стороны?
5. Как обозначается шов сварного соединения?
6. Что такое катет шва сварного соединения?
7. Что такое тавровое соединение? Нахлесточное? Угловое? Стыковое?

### Лабораторная работа № 9

Тема: Способы создания естественных графических изображений и движений на экране. Отображение. Цвет. Тени. Фактура материала в компьютерной графике. Создание поверхностей в компас-3d.

Цель работы: Изучить работу сварного соединения; особенности обозначения и изображения.

Задание:

На построенную в лабораторной работе №8 сборочную единицу сварного соединения выполнить чертеж:


1. Построить необходимые виды и разрезы сварного соединения.
2. Нанести необходимые размеры и позиционные номера.
3. Обозначить швы сварного соединения и нанести технические требования.
4. выполнить спецификацию соединения

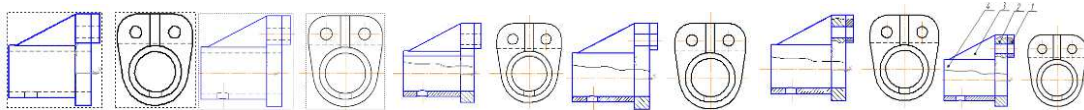
Форма отчетности: Чертеж сборочной единицы сварного соединения на формате А3.




Задания для самостоятельной работы:



1. Разработать чертеж сварной сборочной единицы по индивидуальному варианту.


Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

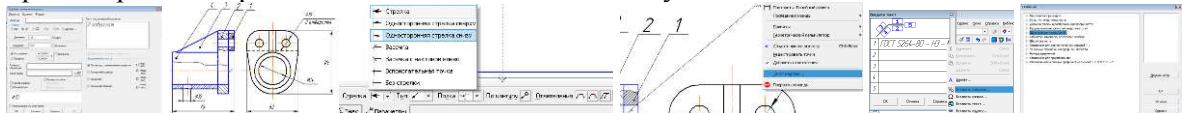
На *Панели свойств* выбираем ориентацию изображения для главного вида, которая создана в пользовательской ориентации *Главный вид*. В опции *Схема видов* , отказываемся от создания *Вида сверху*. Включаем режим отрисовки линий невидимого контура. Нажимаем *ОК*. Система построит указанные виды и заполнит ячейки основной





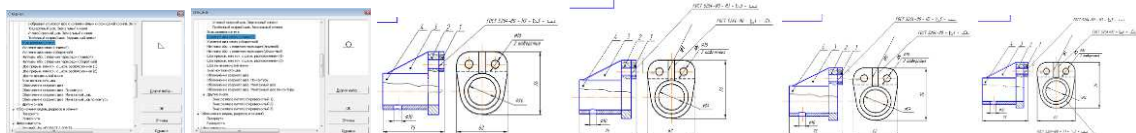
Разрушаем виды. В разделе *Обозначения*  включаем режим *Осевая линия по двум точкам* (для ускорения процесса проведения штрихпунктирных линий) и проводим центровые и осевые линии. Проводим волнистую тонкую линию на границе вида и разреза вдоль осевой линии Цилиндра с помощью команды *Кривая Безье*  и штрихуем Цилиндр и Основание в зоне разреза линиями штриховки с углами  $45^{\circ}$  – и –  $45^{\circ}$ . Проводим волнистую тонкую линию вдоль контура двух цилиндрических отверстий (местный разрез) с помощью команды *Кривая Безье*  и штрихуем Основание (повторяем штриховку основания) и Бобышку (направление и угол штриховки меняем).

Наносим позиционные номера. В разделе *Обозначения*  включаем режим *Обозначение позиций*  и наносим позиции, соблюдая алфавитный порядок, таким образом, чтобы номера выстраивались в строку или в столбец. Система сама присваивает номера, если после каждой установки номера нажимать кнопку *Создать объект* и не выходить из команды.

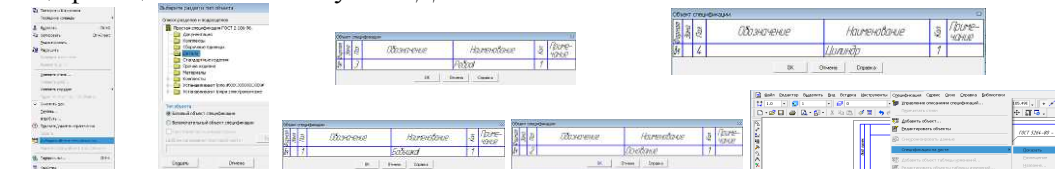
Наносим размеры. Открываем раздел *Размеры*  на компактной панели. Для управления надписью необходимо курсором указать на поле *Текст* . В появившемся диалоговом окне можно вносить соответствующие записи, например, вставлять знак диаметра, исправлять на поле *Значение* размер, проставляя необходимый размер 40 вместо 40,31. На сборочном чертеже наносим размеры габаритные, присоединительные, монтажные и установочные.



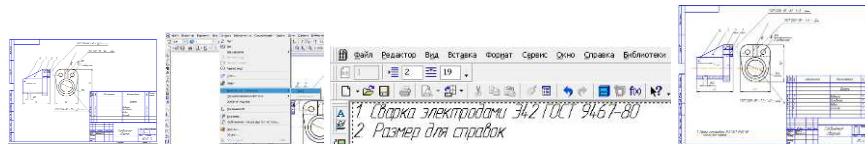
Наносим данные о типах и конструктивных элементах швов сварных соединений. В разделе *Обозначения*  включаем режим *Линия выноски* . В графе *Параметры Строки состояния* для опции *Стрелка* выбираем *Односторонняя стрелка*. Устанавливаем курсор в месте соединения Основания и Бобышки правой кнопкой мыши вызываем диалог, в котором выбираем строку *Текст надписи*. В появившемся диалоге вносим данные о типах и конструктивных элементах шва сварного соединения. В поле 1 (строка1) записываем данные. Для ввода специальных знаков правой кнопкой мыши вызываем диалог *Вставить спецзнак*. В появившемся диалоге выбираем *Швы сварных соединений*, затем в выбранной области – необходимую информацию: Знак размера катета; Наплывы и неровности снять до плавного перехода к основному металлу; Усиление шва снять и др.



Для одинаковых угловых швов приваривания Ребра жесткости присваиваем номер 1 в поле 4 оформления текста. Цилиндр приваривается к Основанию по замкнутому контуру. Оформляем соответствующей надписью. Оформление спецификации. Для несложных сборочных чертежей допускается помещение спецификации непосредственно на чертеже. Последовательно, начиная с 1-го номера выделяем позиционные номера и правой кнопкой мыши вызываем диалог, в котором выбираем опцию *Добавить объект спецификации*. В новом диалоге выбираем соответствующий раздел спецификации. В нашем случае – *Детали*.



На инструментальной панели в разделе *Спецификация* выбираем команду *Спецификация на листе – Показать*. Оформление технических требований. На инструментальной панели в разделе *Вставка* выбираем команду *Технические требования – Ввод*. Вводим два требования. Автоматически их система располагает на поле чертежа. Вывод на печать: *Файл – Предварительный просмотр – Сервис – Подогнать масштаб – Количество страниц по горизонтали -1*.



Рекомендуемые источники:

1. Неразъемные соединения. САПР – технологии. Построение трёхмерных моделей и разработка чертежей неразъёмных сборочных единиц в системах автоматизированного проектирования КОМПАС 3D и Т – FLEX CAD: учеб. пособие / Л.Б. Григорьевский. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 83с. <http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Инженерная%20графика/Григорьевский%20Л.Б.Неразъёмные%20соединения.Уч.пособие.2010.pdf> / (стр. 5 – 83).

#### Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). –ISBN 978-5-7695-7940-0

#### Дополнительная литература

1. Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере: учеб. пособие / Б. Г. Миронов [и др.]. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Высшая школа, 2004. - 355 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как выполнить спецификацию сборочной единицы на чертеже?
2. Как нанести на чертеже технические требования?
3. Как нанести условные знаки обозначения шва сварного соединения?

#### Лабораторная работа №10

Тема: Создание и простейшее редактирование стандартных примитивов в 3-ds max. Моделирование объектов на основе примитивов. Создание расширенных примитивов. Создание и редактирование конструкций из примитивов.

Цель работы: научиться создавать и редактировать стандартные примитивы; моделировать объекты на основе примитивов; создавать расширенные примитивы.

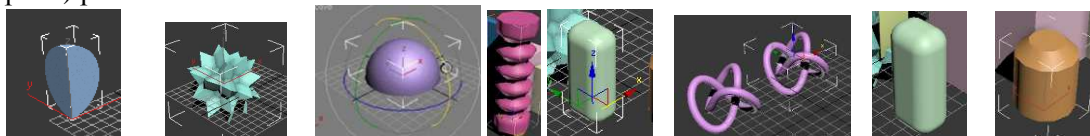
Задание: изучить формы стандартных примитивов и расширенных примитивов

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Команда Create - Создать содержит вкладку . В списке объектов можно открыть - Стандартные примитивы; - Расширенные примитивы; - Составные объекты.

Создаем стандартные примитивы, а затем - расширенные.

В разделе «Parameters» («Параметры») установим для сферы параметр «Hemisphere» («Полушарие») равным 0.5.



Коробка с фаской; цилиндр с фаской; цистерна; многогранник; веретено; граненая призма; волнообразное кольцо; узловый тор; капсула; вдавливание L – профиля (уголок); выдавливание C – профиля (швеллер); гофра; призма - треугольная призма с возможностью менять угол наклона основания.

Для перемещения объектов их необходимо выделить включить команду Select and Move. У объекта появится тройка векторов. Нажимая на один из них мы можем перемещать объект в соответствующем направлении. Если зажать клавишу Shift, то создается копия объекта – Clone. При отпускании курсора на экране появляется окно диалога, в котором можно указать количество копий и их качество. Например, Instance, позволяет всем копиям изменять свои свойства одновременно. Объекты можно вращать. Для этого включаем кнопку . Вокруг объекта появляются три окружности, расположенные во взаимно перпендикулярных плоскостях. Вращать можно, выделив какую-либо из них. В строке состояния можно указать конкретный угол поворота.



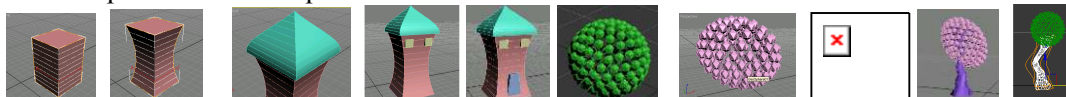
Для того, чтобы изменить свойства объекта, его следует выделить и активизировать команду - Изменить. В открывшемся диалоге можно менять свойства.

Форма отчетности: сформированное умение находить на командной панели соответствующие

вкладки команды Create.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. На основе примитивов построить «замок».



2. На основе примитивов построить дерево.

#### Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). –ISBN 978-5-7695-7940-0

2. Инженерная 3D-компьютерная графика / А. Л. Хейфец [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2013. - 464 с. - (Бакалавр. Базовый курс)

#### Дополнительная литература

1. Инженерная 3D-компьютерная графика : учебное пособие / А. Л. Хейфец [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 464 с. - ISBN 978-5-9916-2483-1.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как настроить цвет примитива?
2. Как построить геометрические объекты на основе простейших и расширенных примитивов по размерам?
3. Как изменить свойства примитивов?
4. Как изменить отрисовку примитивов в видовых окнах?

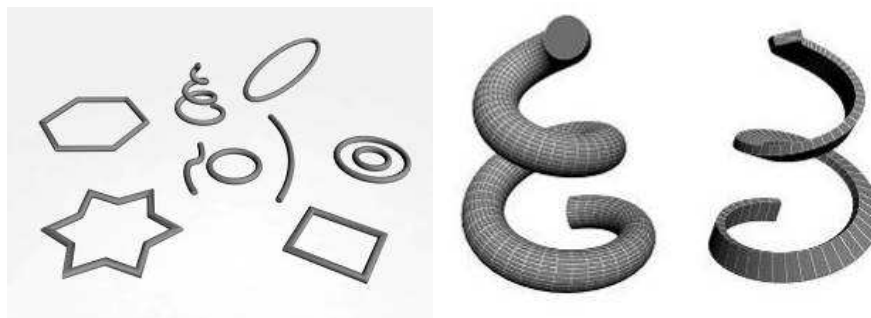
#### Лабораторная работа №11

Тема: Основы работы со сплайнами 3-ds max. Создание сплайнов. Геометрические фигуры. Текст. Линии. Редактирование сплайнов. Редактирование на уровне вершин. Изменение типа подобъектов. Редактирование на уровне сегментов. Редактирование на уровне сплайнов.

Цель работы: научиться работать с кривыми линиями, научиться редактировать сплайны на уровне вершин; сегментов, моделировать объекты на основе сплайнов.

Задание: освоить отрисовку стандартных линий, научиться выделять вершины, менять их тип; управлять кривизной сплайна.

Порядок выполнения: Сплайновые примитивы представляют собой такой же рабочий материал, как и простейшие трехмерные объекты, создаваемые в 3ds max. Сплайновый инструментальный программы включает в себя следующие фигур: Line (Линия); Circle (Окружность); Arc (Дуга); NGon (Многоугольник); Text (Сплайновый текст); Section (Сечение); Rectangle (Прямоугольник); Ellipse (Эллипс); Donut (Кольцо); Star (Многоугольник в виде звезды); Helix (Спираль).



В 3ds max есть также дополнительные сплайновые объекты, которые отличаются сложной формой и гибкими настройками. Благодаря этому, изменяя значения параметров, можно получать объекты самой разнообразной формы. Объекты такой формы часто используются в архитектуре. WRectangle (Прямоугольник за стеной) - позволяет создавать закрытые сплайны, состоящие из двух concentric прямоугольников. Channel (С-образный) - позволяет создавать закрытые сплайны в форме буквы С, напоминающие канавки. Angle (L-образный) - позволяет создавать закрытые сплайны в форме буквы L, напоминающие уголки. Tee (Т-образный) - позволяет создавать закрытые сплайны в форме буквы Т. Wide Flange (I-образный) - позволяет создавать закрытые сплайны в форме буквы I.

Чтобы создать сплайновый объект, перейдите на вкладку Create (Создание) командной панели, в категории Shapes (Формы) выберите строку Splines (Сплайны) и нажмите кнопку создаваемого примитива. Для создания сложных сплайновых объектов, находясь в категории shapes (Формы), выберите строку Extended Splines (Усложненные сплайны).



Все сплайновые примитивы имеют схожие настройки. Например, каждый описанный объект содержит два обязательных свитка настроек: Rendering (Визуализация) и Interpolation (Интерполяция). В зависимости от характера излома выделенные вершины по-разному отображаются в окне проекции - вершины типов Bezier (Безье) и Bezier Corner (Угол Безье) имеют специальные маркеры, с помощью которых можно управлять формой искривления.

Сплайн можно разбить в точках излома при помощи команды Break (Разбить) в свитке Geometry (Геометрия). В этом случае в точках излома вместо одной вершины будет образовано две, и вы получите сегменты сплайна, положение которых можно изменять независимо друг от друга. В этом же свитке есть команда Attach (Присоединить), которая часто используется, если нужно создать один сплайновый объект на основе двух. Для работы с данной командой нужно выделить один из сплайнов, нажать кнопку Attach (Присоединить), после чего указать в сцене второй сплайн. Если необходимо создать один сплайн на основе нескольких, используется кнопка Attach Mult. (Присоединить несколько). После ее нажатия появится окно Attach Multiple (Присоединить несколько) со списком всех сплайнов, которые имеются в сцене. В нем следует выбрать кривые, которые нужно присоединить к исходной, и нажать кнопку Attach (Присоединить). На основе сплайновых фигур можно создавать сложные геометрические трехмерные объекты. Для этого используются модификаторы Lathe (Вращение вокруг оси), Sweep (Выгнутость), Extrude (Выдавливание) и Bevel (Выдавливание со скосом), а также составной объект Loft (Лифтинг). Рассмотрим наиболее часто используемые способы создания трехмерных объектов на основе сплайнов



Форма отчетности: демонстрация умения строить сплайны, редактировать их и строить на их основе несложные объекты.

Задание для самостоятельной работы: смоделировать ракушку; смоделировать мебель.

Простейшую модель ракушки можно получить путем лифтинга кольца (Donut) по спирали (Helix). Создайте соответствующие объекты - параметры спирали указаны, а для кольца первый радиус можно взять равным 30, а второй - 25. Выделите спираль и создайте loft-объект, указав кольцо в качестве сечения.



Выделите loft-объект, активизируйте панель Modify, разверните свиток Deformation (Деформация) и щелкните на кнопке Scale. В окне Scale Deformation измените вид кривой деформации. Это позволит плавно сузить внутренние кольца ракушки. На следующем этапе нужно избавиться от чрезмерной гладкости loft-объекта, так как поверхность реальной ракушки имеет серию концентрических колец.



Для этого откройте свиток Surface Parameters (Параметры поверхности) в разделе Smoothing (Сглаживание) и удалите флажок Smooth Length (Сглаживание по длине). У ракушки ширина витков внутри раковины при движении к центру уменьшается. Вновь щелкните на кнопке Scale, создайте две дополнительные управляющие точки: левая должна иметь тип Corner, правая - Bezier-Corner и отрегулируйте их положение примерно так, как показано на рисунке.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Проработка теоретического материала по теме и практическое применение изученного материала на компьютере.

#### Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-7695-7940-0

#### Дополнительная литература

1. Инженерная 3D-компьютерная графика : учебное пособие / А. Л. Хейфец [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 464 с. - ISBN 978-5-9916-2483-1.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как изменить отрисовку вершины на Bezier-Corner?
2. Как управлять гладкостью кривизны сплайнов?
3. Как объединить несколько сплайнов в один?
4. Как плоский сплайн сделать трехмерным?

## Лабораторная работа №12

Тема: Типовые материалы Vray MentalRay в 3-ds max. Универсальный материал. Цвет материала. Шероховатость. Отражения. Прозрачность. Дисперсия. Фактура и рельефность. Смешивание материалов. Просвечивающие материалы.

Цель работы: научиться работать с материалами, научиться создавать оригинальные материалы.

Задание: наложить материалы на объекты сцены.

Порядок выполнения:

Редактор материалов. Откройте редактор материалов, нажав клавишу M. В верхней части окна находятся ячейки образцов (слоты), предназначенных для просмотра визуализированных образцов материалов. По умолчанию видно шесть слотов, в каждом из которых отображается шар; при желании можно изменить как количество отображаемых ячеек (нажимая клавишу X), так и тип содержимого (щелкнув на кнопке Sample Type), если это удобнее для просмотра создаваемого материала. Активный слот имеет белую рамку по периметру, а у слота с материалом, который назначен хотя бы одному объекту в сцене, уголки будут срезанными.



Справа от слотов находятся кнопки, отвечающие за управление видом отображения, которые позволяют изменять режимы просмотра слотов с образцами материалов так, чтобы они лучше соответствовали конкретным условиям моделируемой сцены: Sample Type - определяет тип образца, отображаемого в слоте: сфера, куб или цилиндр; Backlight - добавляет к слоту освещенность. Включение данного режима наиболее заметно при предварительном просмотре в виде сферы и актуальнее всего при создании металлических материалов; Background - добавляет к слоту задний фон. Это полезно, когда требуется увидеть результат влияния прозрачности и непрозрачности; Sample UV Tiling - регулирует число повторений копии образца на поверхности слота при создании сложного материала; Video Color Check - включает материал объекта для цветов, которые находятся вне NTSC- или PAL-порога и имеют тенденцию меняться при передаче на видео; Make Preview, Play Preview, Save Preview - данные кнопки позволяют создать, проиграть и сохранить в AVI-файле анимацию материала в слоте в реальном масштабе времени; Options - определяет настройки редактора материалов; Select By Material - осуществляет выбор объектов в сцене (исключение — скрытые объекты, которые таким способом не выделяются) на основе материала в активном слоте.

Непосредственно под слотами находятся кнопки инструментов управления материалами, с помощью которых можно совершать с материалами разные манипуляции. Самыми важными из них (на начальной стадии изучения темы) являются следующие: Get Material — позволяет выбрать и назначить материал; Assign Material to Selection - назначает материал слота выделенному в сцене объекту; Reset Map/Mtl to Default - очищает слот; Put to Library - помещает материал с активного слота в библиотеку; Show Map In Viewport - отображает карту сложного материала на поверхности объекта на видовых экранах; Go To Parent - позволяет переместиться на уровень вверх - от подчиненного материала к родительскому; Go Forward to Subling - осуществляет перемещение между материалами, находящимися на одном уровне подчинения родительскому материалу; Pick Material From Object - позволяет взять материал с объекта и поместить его в выделенный слот.

Нижнюю часть окна Material Editor занимает группа свитков, непосредственной настройкой параметров в которых и осуществляется создание материала. Состав свитков зависит от выбранного типа базового материала: Standard (обычный), Multi/Sub-Object (составной), Raytraced (трассируемый) и др., а также от установленной модели тонирования. Чаще всего в качестве базового типа выбирается устанавливаемый по умолчанию тип Standard и модель тонирования Blinn. Для выбора другого типа материала предназначена кнопка Type (тип), а модель тонирования определяется в свитке Shader Basic Parameters (базовые параметры тонирования).

Условно можно выделить три способа создания материалов: новые материалы можно получить в результате настройки базовых (а при необходимости и расширенных) параметров, либо путем назначения материалу входящих в поставку текстурных карт или обычных текстур, либо сочетая оба варианта. При создании материалов путем настройки базовых параметров существуют определенные нюансы: число влияющих на внешний вид материала параметров просто огромно; в этом уроке мы ограничимся лишь получением начального представления о данных технологиях.

По умолчанию установлена модель Blinn, и список соответственно имеет имя Blinn Basic Parameters. Список параметров свитка также меняется в зависимости от модели, однако в целом в свитке базовых параметров могут фигурировать следующие параметры: Ambient (подсветка) - определяет цвет участков поверхности объекта, не освещенных прямыми лучами света, то есть цвет

тени на поверхности объекта; Diffuse (диффузный цвет) - задает основной цветовой фон материала объекта, который можно наблюдать, когда поверхность объекта освещена прямыми лучами света; Specular (зеркальный цвет) - устанавливает цветовой тон световых бликов, появляющихся на поверхности объекта; Self-Illumination (самосвечение) - определяет особенности самосвечения объекта (кажется, что объект светится изнутри), на цветовой оттенок Specular самосвечение влияния не оказывает и может задаваться двумя способами: либо цветом, либо числовым значением; Opacity (непрозрачность) - задает степень прозрачности объекта; Specular Level (интенсивность блика) — используется только при наличии на поверхности блика и определяет его интенсивность; Glossiness (размер блика) - указывает размер бликового пятна: как правило, для матовых поверхностей устанавливается больший размер блика, а у блестящих - меньший.

Цвета Ambient и Diffuse или Diffuse и Specular могут быть одинаковыми. Для этого необязательно устанавливать для них одни и те же цветовые характеристики - проще заблокировать их при помощи соответствующей кнопки Lock (по умолчанию опция Lock включена для цветов Ambient и Diffuse, тогда изменение одного из них будет автоматически приводить к изменению другого). Выделите на созданной ранее сцене параллелепипед, переместите его на передний план и выделите соответствующий его материалу слот в окне редактора материалов. Затем в свитке Blinn Basic Parameters щелкните на цветном прямоугольнике в блоке Self\_Illumination (самосвечение) и установите произвольный цвет. В итоге изменение одного базового цвета приведет к смене всех оттенков на материале и объекте. В этом же блоке уменьшите значение параметра Opacity (непрозрачность), например до 55, - объект станет полупрозрачным. Выделите конус вместе с относящимся к нему слотом в редакторе материалов и установите параметр Specular Level (интенсивность блика) равным 50 - это создаст иллюзию светового блика.

Активируйте свободный слот в редакторе материалов, раскройте свиток Blinn Basic Parameters для связанных замком параметров Ambient и Diffuse установите темно-бордовый, а для параметра Specular - розовый цвет. Присвойте материал геосфере и после визуализации сможете увидеть, что пока наши действия лишь ухудшили внешний вид объекта.

**Форма отчетности:** демонстрация умения применять материалы при построении объектов и создавать уникальные.

**Задание для самостоятельной работы:** Создать материалы пластика, бронзы, апельсина и прозрачного материала.

Вспользуемся моделью Phong для создания пластика. Сформируйте объект типа Torus Knot, в окне редактора материалов активируйте свободный слот, установите модель Phong, а затем настройте параметры в свитке Phong Basic Parameters. в соответствии с рисунком и присвойте объекту данный материал. Сохраните материал в библиотеке.



Теперь применим модель тонирования Metal для создания металлической поверхности. Установите для свободного слота данную модель, в открывшемся свитке Metal Basic Parameters снимите блокировку между цветами Ambient и Diffuse, щелкнув по соответствующей кнопке, - это позволит устанавливать разные оттенки для данных параметров. Настройте прочие параметры свитка и присвойте созданный материал объекту, поверхность которого станет напоминать бронзу. Сохраните материал в библиотеке.

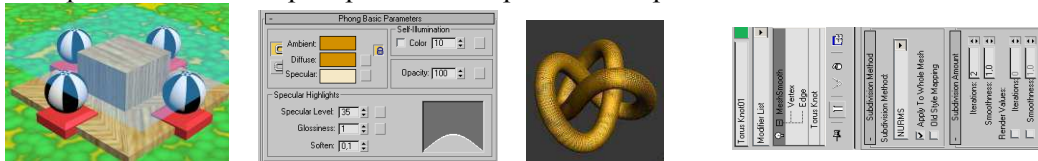
Используем модель Metal для получения материала, имитирующего кожуру апельсина. Создайте шар, выделите его, в редакторе материалов для свободного слота установите модель Metal. В свитке Metal Basic Parameters установите для параметров Ambient и Diffuse один и тот же оранжевый цвет, присвойте материал объекту. Для имитации шершавости в свитке Maps выберите текстурную карту Bump и установите текстуру Noise. Откройте свиток Noise Parameters и уменьшите значение параметра Size (размер) до 1. Теперь осталось лишь избавиться от слишком темного оттенка материала, для чего достаточно подобрать числовое значение для спиннера параметра Self-Illumination. Сохраните материал в библиотеке.

Создадим тонированное стекло, для чего вновь обратимся к модели тонирования Blinn, но уже при включенном флажке 2-Sided (Двусторонний) - установите данные параметры для свободного слота. Настройте основные цветовые составляющие создаваемого материала, определив цвета для параметров Ambient, Diffuse и Specular - в данном случае были взяты темно-синий, синий и голубой, так как мы создаем тонированное стекло синего цвета. Уменьшите значение параметра Opacity до 10-15 единиц и настройте параметры зеркального блика: Specular Level и Glossiness.



При создании полупрозрачных материалов помимо основных параметров, настраиваемых в свитке Blinn Basic Parameters, может потребоваться корректировка расширенных параметров Falloff (спад) и Type (тип прозрачности) из группы Advanced Transparency (дополнительная регулировка прозрачности) в свитке Extended Parameters. Первый используется для создания материалов с неоднородной прозрачностью, второй позволяет задать способ отображения прозрачных материалов через канал цвета. Учитывая, что речь идет о тонированном стекле, для параметра Falloff нужно выбрать вариант In (внутренняя), что означает внутреннюю неоднородную прозрачность, а для параметра Type установить вариант Filter (фильтр) и выбрать цвет - в данном случае опять темно-синий. По окончании действий присвойте материал объекту и проведите рендеринг. Сохраните материал в библиотеке.

Создадим каркасный объект, напоминающий проволочную сетку. Для нового слота установите модель тонирования Phong и включите флажки Wire и 2-Sided. В свитке Phong Basic Parameters определите цветовой тон объекта (параметр Diffuse) и цветовой тон блика (параметр Specular) и определите параметры зеркального блика. Наложите материал на объект и проведите рендеринг — каркасный объект будет получен, однако сетка, лежащая в его основе, окажется достаточно редкой. При желании плотность сетки можно увеличить. Добавьте к объекту модификатор MeshSmooth (сгладить сетку), выбрав его из списка Modifier List, и увеличьте число итераций в свитке Subdivision Amount - металлический каркасный объект преобразится. Сохраните материал в библиотеке.



Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). –ISBN 978-5-7695-7940-0

Дополнительная литература

1. Инженерная 3D-компьютерная графика : учебное пособие / А. Л. Хейфец [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 464 с. - ISBN 978-5-9916-2483-1

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для чего предназначена кнопка Sample Type?
2. Для чего предназначена кнопка Backlight?
3. Для чего предназначена кнопка Background?
4. Для чего предназначена кнопка Sample UV Tiling?
5. Для чего предназначена кнопка Video Color Check?
6. Для чего предназначена кнопка Select By Material?

### Лабораторная работа №13

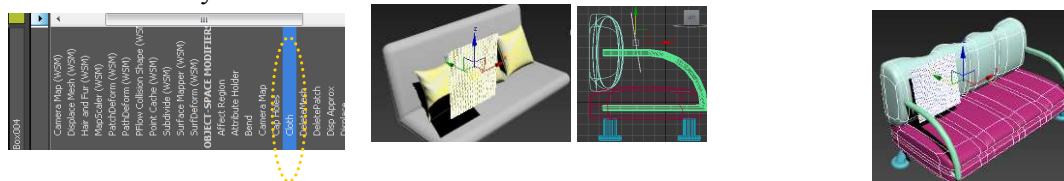
Тема: Создание сцен в 3-ds max. Построение мягких и объемных тел.

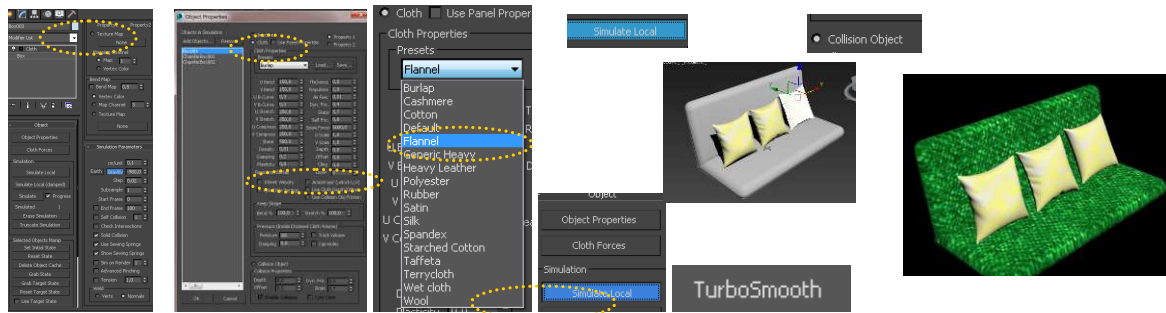
Цель работы: научиться моделировать мягкие и объемные тела.

Задание: смоделировать сцену с применением мягких и объемных тел.

Порядок выполнения:

Открываем ранее созданный диван или создаем два *ChamferBox* и соединяем их в виде стилизованного дивана. Затем создаем в окне *Front* - *Box* с размерами 500x500x1мм с количеством сегментов 50 по ширине и 50 по длине. Слегка наклоните в сторону спинки дивана. Назовите его – Подушка. С зажатым *Ctrl* выделяем сиденье, спинку и подушку. В стеке модификаторов находим модификатор *Cloth*. Включаем кнопку *Object Properties*. Выделяем подушку и производим для нее настройки. Включаем *Cloth*. Раскроем список материалов и выберем любой. Затем укажем силу, которая будет раздувать подушку. – (38). Затем выделим по очереди спинку и сиденье. Это неподвижные объекты, поэтому нажмем на кнопку *Collision Object* (неподвижный объект). *OK*. Теперь нажмем на кнопку *Simulate Local*.





Если результат устраивает, ее нужно отжать. Если окажется подушка не достаточно раздута, можно вновь нажать на эту же кнопку. Если подушка неестественно смята, можно применить модификатор *TurboSmooth*. Чтобы создать вторую подушку, можно сделать копию, но Вы увидите, что копия превратится в пластинку. Всю процедуру можно просто повторить. А можно выделить любой объект из предыдущей группы войти в режим редактирования и в окне *Object Properties* нажать на кнопку *Add Object* (добавить объект). В появившемся окне выбрать построенную копию. Чтобы сделать швы – конвертируем подушку в *Editable Poly*. Перейдем в режим редактирования полигонов. Выделим узенький полигон (1мм), и удерживая Shift, щелкнуть еще по одному – выделится вся полоска. Можно выдавить со знаком «-» или «+»



**Форма отчетности:** демонстрация умения моделировать сцены с применением мягких и объемных тел.

**Задание для самостоятельной работы:** Смоделировать сцену интерьера с применением мягких и объемных тел.

#### Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). –ISBN 978-5-7695-7940-0

#### Дополнительная литература

1. Инженерная 3D-компьютерная графика : учебное пособие / А. Л. Хейфец [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 464 с. - ISBN 978-5-9916-2483-1

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для чего применяется модификатор *Cloth*?
2. Для чего предназначена кнопка *Object Properties*?
3. Для чего предназначена кнопка *Collision Object*?
4. Для чего предназначена кнопка *Simulate Local*?
5. Для чего применяется модификатор *TurboSmooth*?

#### Лабораторная работа №14

**Тема:** Работа с текстилем в 3-ds max. Анимация. Наложение текстуры.

**Цель работы:** научиться моделировать в сцене текстиль; анимировать сцену; использовать в сцене текстурные карты.

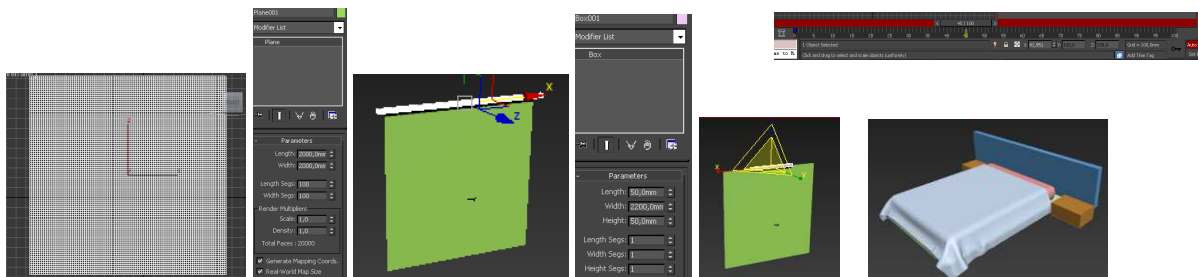
**Задание:** смоделировать сцену с применением текстиля; наложить на текстиль текстуру; выполнить анимацию сцены.

#### Порядок выполнения:

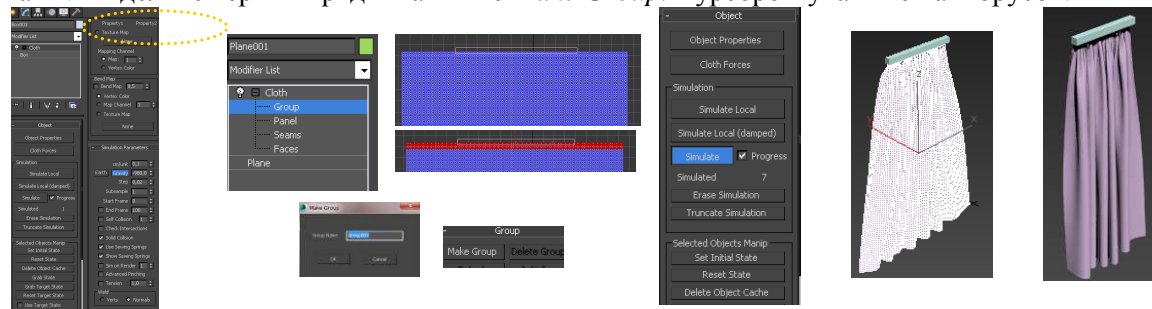
Работа с текстилем в 3-ds max. Анимация. Наложение текстуры.

Создаем *Plane* с размерами 2000x2000 и количеством сегментов 100x100. Затем *Box* (гардина) с размерами 50x2200x50 количеством сегментов 1x1x1. Анимлируем *Box*. Включаем *Autokey*, бегунок устанавливаем на 45-й кадр или 50-ый. В этом кадре сжимаем брусок вдоль примерно наполовину. И нажимаем кнопку *Set Keys*. Выделяем *Plane*, переходим в режим *Modify*. Открываем *Modifier List*. Подключаем модификатор *Cloth*.

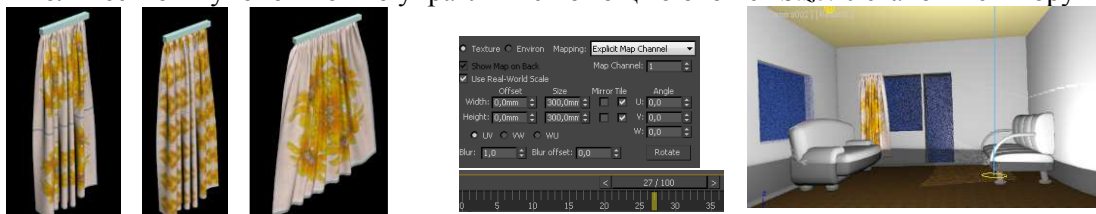




Включаем кнопку *Object Properties*. Выделяем штору и производим для нее настройки. Включаем *Cloth*. Раскроем список материалов и выберем любой. *Subsample* оставим = 1. *OK*. Затем раскройте знак «+» в стеке модификаторов перед модификатором *Cloth*. Выберите *Group*. Штора подсветится синими точками. Выделите верхний ряд и нажмите *Make Group*. Курсором укажите наш брусок.

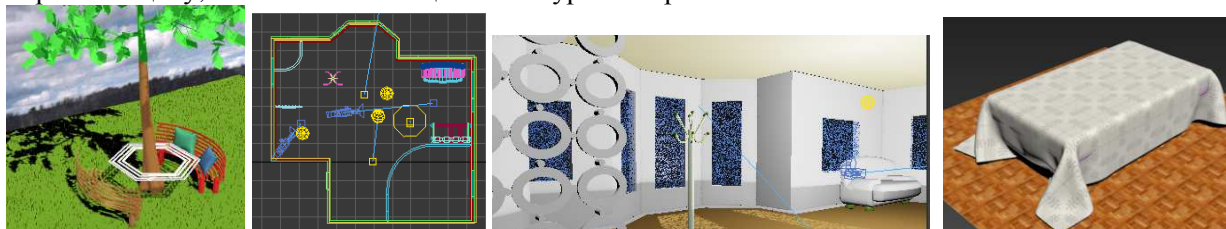


Жмем кнопку *Simulate*. Можно выбрать любой кадр. Можно наложить текстуру. При наложении текстуры количеством купонов можно управлять с помощью окошек *Size*. Установите штору в доме.



Форма отчетности: демонстрация умения моделировать в сцене текстиль; анимировать сцену; использовать в сцене текстурные карты.

Задание для самостоятельной работы: Смоделировать сцену интерьера с применением текстиля; анимировать сцену; использовать в сцене текстурные карты.



#### Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-7695-7940-0
2. Инженерная 3D-компьютерная графика / А. Л. Хейфец [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2013. - 464 с. - (Бакалавр. Базовый курс)

#### Дополнительная литература

1. Инженерная 3D-компьютерная графика : учебное пособие / А. Л. Хейфец [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 464 с. - ISBN 978-5-9916-2483-1

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как материалу придать свойства мягкой ткани?
2. Как наложить текстурную карту на объект?
3. Как выполнить анимацию сцены?

#### Лабораторная работа №15

Тема: Работа с системой частиц Blizzard в 3-ds max.

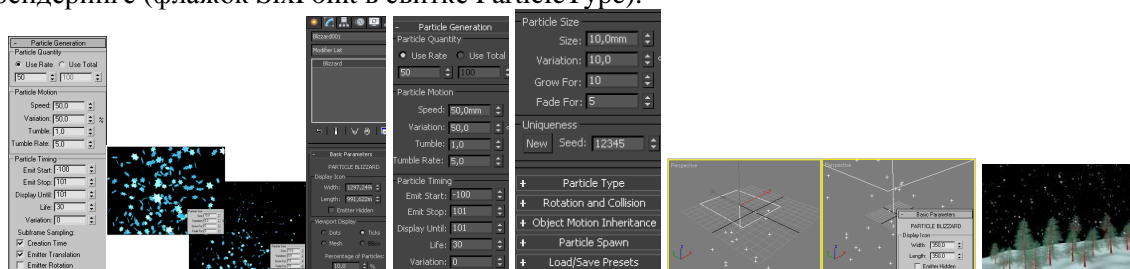
Цель работы: научиться моделировать с системой частиц Blizzard.

Задание: смоделировать сцену с применением системой частиц Blizzard.

### Порядок выполнения:

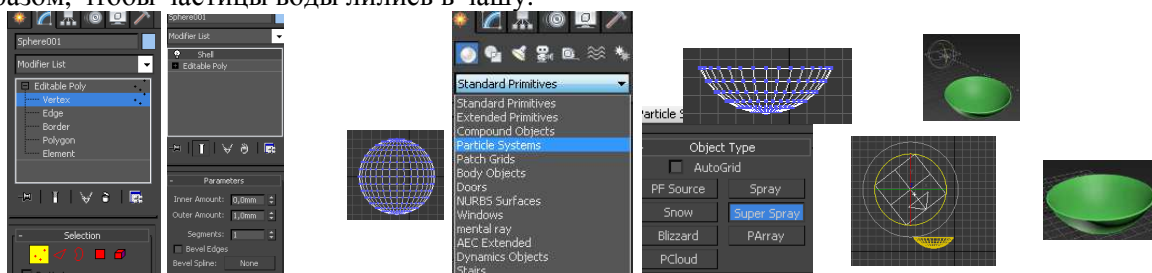
Система частиц Blizzard (Метель) представляет собой расширенный вариант системы Snow, а потому применяется для создания более сложных эффектов: снежных хлопьев, водяных брызг и т.д. Что касается настроек, то в данной системе предусмотрен весь набор параметров системы Snow, дополненный параметрами системы PArray и уникальным параметром EmitterFitPlanar (свиток ParticleType). Последний позволяет управлять координатами наложения текстурной карты на частицы. Для примера создайте систему частиц типа Blizzard (Метель). Выберите Create=>Geometry=>ParticleSystems, щелкните на кнопке Blizzard и в любом из окон проекций перетащите мышью при нажатой левой кнопке по диагонали. Появится значок эмиттера Blizzard, имеющий обычную прямоугольную форму (рис. 1). Эмиттер может перемещаться и вращаться; его размеры регулируются в группе DisplayIcon свитка BasicParameters — увеличьте размеры эмиттера, указав большие значения ширины (Width) и длины (Length), и переместите эмиттер в верхнюю часть окна проекции.

Управление вращением частиц (данная возможность уникальна для систем Snow и Blizzard) осуществляется через параметры Tumble и TumbleRate группы ParticleMotion свитка ParticleGeneration. Первый параметр (как и для системы Snow) отвечает за регулирование случайного поворота частиц, а второй — за скорость их вращения. Для примера установите значение Tumble равным 1 (это обеспечит максимальное вращение частиц), а TumbleRate равным 5. В этом же свитке настройте параметры EmitStart (Момент появления частиц в сцене), EmitStop (Момент исчезновения частиц в сцене) и DisplayUntil (Окончательное время исчезновения частиц) так, чтобы частицы примерно в одном и том же количестве присутствовали во всех кадрах. Для этого в поле EmitStart нужно установить отрицательное значение, а в полях EmitStop и DisplayUntil — значение 101 (то есть номер первого кадра по окончании анимации, так как общее число кадров анимации равно 100). Увеличьте размер частиц до 15 (параметр Size в свитке ParticleGeneration) и установите шестиугольную форму частиц при рендеринге (флажок SixPoint в свитке ParticleType).



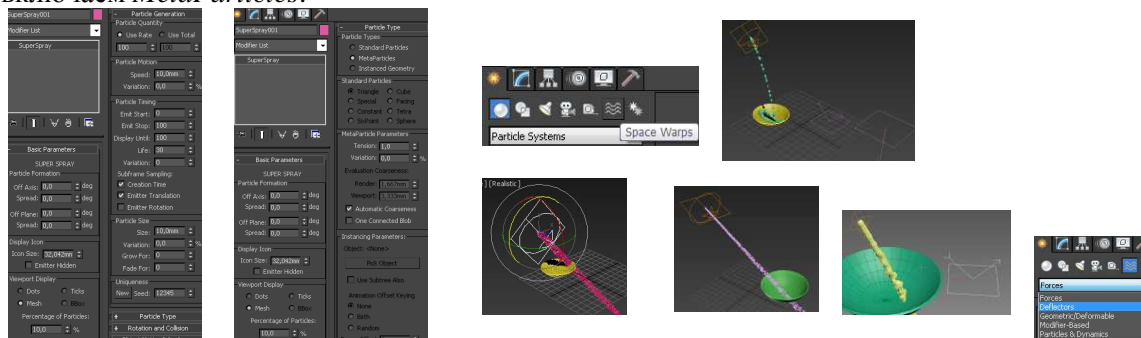
Обратите внимание на параметры GrowFor и FadeFor, находящиеся в свитке ParticleGeneration. Первый определяет кадровый интервал, внутри которого частицы увеличиваются до определенного им размера, а второй - интервал кадров, внутри которого частицы уменьшаются от установленного размера, постепенно сходя на нет. Оба эти отрезка находятся внутри жизненного интервала Life. По умолчанию параметры GrowFor и FadeFor устанавливаются равными 10 - это означает, что частицы достигают своего максимального размера к 10-му кадру жизни, затем некоторое время их размер остается неизменным, а в течение последних десяти кадров жизни частицы постепенно уменьшаются в размерах. Поэкспериментируйте с настройками данных параметров и наблюдайте, как меняются размеры частиц: при нулевых значениях параметров размер частиц неизменен на всем протяжении жизни, при положительных значениях частицы вначале растут, а потом уменьшаются.

Построим сферу диаметром 100мм. Конвертируем в Poly. Активируем Vertex, выделяем верхние вершины и удаляем их. Затем применяем к сфере модификатор Shel (оболочка). У нас получится раковина. Активируем раздел Creat (создать), среди компонентов которого находим Particle Systems (Управляемые частицы). Активируем Super Spray. Прокрутите бегунок счетчика кадров и Вы увидите поток частиц. С помощью элементов навигации отрегулируйте положение источника частиц таким образом, чтобы частицы воды лились в чашу.



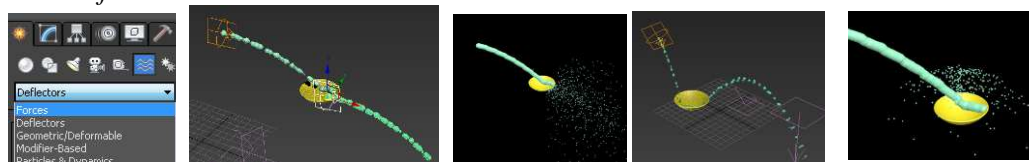
Настройте параметры Super Spray. Самая верхняя часть свитка отвечает за разброс капель относительно осей (например, относительно Off Axis разброс Spread в градусах). У нас пока оставим нули. Включаем переключатель Mesh. Use Rate 100. (плотность частиц). Если скорость обработки на

компьютере падает, лучше его уменьшить. *Speed* – скорость. Поставим 10. Но все параметры можно будет отрегулировать в соответствии с реальностью. Старт с нулевого кадра. Закончим картинку в 100-м. Жизнь частиц – 30 кадров. Размер частиц – *Size* увеличим до 10. В разделе *Particle Type* включаем *MetaParticles*.



Для того, чтобы поток частиц оставался в чаше к нему следует применить Дефлектор (*Deflectors*), который находится в разделе *Space Warps*. Выбираем *Udeflector* и в любом месте моделируем. Для того, чтобы связать его с чашей, нажимаем кнопку *Pick Object*. И указываем чашу. Обратите внимание на то, чтобы вместо надписи *None* рядом с *Item*: появилась надпись *Sphere001*. Затем *Udeflector* требуется связать

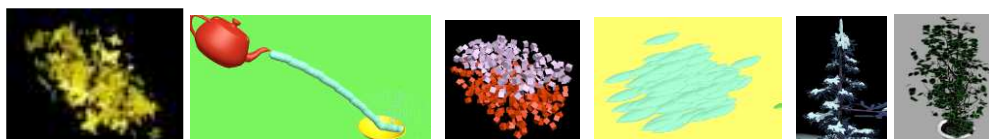
с источником частиц. Для этого выделяем источник частиц, а затем щелкните по кнопке **Bind to Space Warp** на верхнем интерфейсе. Чтобы связать объекты необходимо курсором щелкнуть по источнику (он примет вид ромбика с волнами) и с зажатой левой клавишей перетащить на объект *Udeflector*.



Чтобы частички падали вниз, необходимо подключить гравитацию. В разделе *Space Warps* Выбираем *Forces*. Раскрываем и активизируем *Gravity* (гравитация). Располагаем в любом месте. Параметры гравитации особой роли не играют. Но объект *Gravity* следует связать с источником частиц. Для этого выделяем источник частиц, а затем щелкните по кнопке **Bind to Space Warp** на верхнем интерфейсе. Чтобы связать объекты необходимо курсором щелкнуть по источнику (он примет вид ромбика с волнами) и с зажатой левой клавишей перетащить на объект *Gravity*. Полученный поток частиц можно скопировать и поместить в нижней части чаши. Направить вверх. Задать параметры для брызг.

Форма отчетности: демонстрация умения моделировать в сцене работу с системой частиц *Blizzard*.

Задание для самостоятельной работы: Смоделировать сцену с применением системой частиц *Blizzard*.



Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). –ISBN 978-5-7695-7940-0

Дополнительная литература

1. Инженерная 3D-компьютерная графика : учебное пособие / А. Л. Хейфец [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 464 с. - ISBN 978-5-9916-2483-1

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой система частиц *Blizzard* (Метель)?
2. Как осуществляется настройка параметров *Super Spray*?
3. Как работает инструмент *Gravity*?

**Лабораторная работа №16 (6ч)**




Тема: Детализирование. Сборка. Разнесение компонентов в компас-3d.

Цель работы: научиться моделировать рабочие чертежи деталей сборочной единицы в компас-3d; выполнять сборку в Pphotoshop и PowerPoint. Научиться выполнять разнесение компонентов сборки.









**Задание:** Разработать модели и чертежи деталей сборочной единицы. Выполнять сборку и разнесение компонентов сборки.






#### Порядок выполнения:

В сборках доступны операции создания и редактирования тел. Операции удаления материала, например *Вырезать выдавливанием*, могут быть применены как к телам, построенным в самой сборке, так и к телам компонентов. Открываем новый документ *Создать* , выбираем тип документа *Сборка* . Чтобы добавить в сборку компонент, существующий в файле на диске, вызываем команду *Операции – Добавить из файла – Компонент* или включаем раздел на компактной панели *Добавить из файла* . В появившемся диалоговом окне выбираем необходимый файл.

Задаем точку вставки компонента. Её можно указать в окне сборки произвольно или, используя привязку, например, к началу координат или вершине. Можно ввести координаты точки вставки компонента в группе полей *Точка вставки* на панели свойств. Если вставленный компонент – первый в сборке, он автоматически фиксируется в системе координат. Для отключения фиксации выделяют компонент в *Дереве модели* и вызывают из контекстного меню (правая кнопка мыши) команду *Отключить фиксацию*.

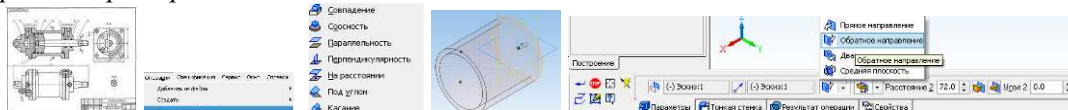
*Добавление стандартного изделия.* Если в сборке используются стандартные изделия (болты, гайки, и т.д.), в сборку их вставляем, вызывая команду *Библиотека – Стандартные изделия – Вставка – Вставить элемент*. В появившемся диалоге двойным щелчком мыши выбираем необходимое стандартное изделие, задаем его параметры и нажимаем кнопку применить. Указываем в окне модели точку вставки изделия и на панели специального управления нажимаем кнопку *Создать объект* . Команды перемещения компонентов расположены в меню *Сервис*, а кнопки для их вызова на панели *Редактирование сборки* . При любом способе перемещения компонента можно использовать *Режим контроля соударений* : движение возможно только до «соприкосновения» с другим компонентом.

Компонент можно поворачивать вокруг различных объектов. Вызываем команду *Сервис – Повернуть компонент. Поворот вокруг центральной точки* . Поворот вокруг центра габаритного параллелепипеда перемещаемого компонента. *Поворот вокруг оси* . Поворот вокруг прямолинейного элемента – вспомогательной оси, ребра или отрезка в эскизе (доступна, если в окне модели выделен какой-либо прямолинейный компонент). *Поворот вокруг точки* . Поворот вокруг точки, вершины, начала системы координат или точки в эскизе (доступна, если в окне модели выделена какая-либо точка).






*Сопряжение компонентов сборки.* После создания в сборке компонентов и тел можно приступить к созданию сопряжений (связь между компонентами и телами сборки). *Позиционное сопряжение* определенным образом фиксирует один объект относительно другого. Вызываем команду *Спряжение компонентов* , активизируя раздел *Операции. Булевы операции над деталями*  (находятся в разделе *Редактирование детали*). Команда доступна только в режиме редактирования детали в контексте сборки. *Операция Вычитание*  позволяет образовать в детали полость, имеющую, имеющую форму другой детали. В окружении редактируемой детали должна присутствовать другая (другие) деталь, задающая форму будущей полости. *Операция Объединение* . Позволяет в работе со сборкой «склеить» несколько имеющихся деталей в одну. *Операция Пересечение* . Позволяет получить новый элемент, состоящий частично из поверхностей имеющихся деталей. *Редактирование компонента в окне* выделяем нужный компонент в *Дереве модели* и выбираем из контекстного меню *Редактировать в окне*. В открывшемся файле выбранного компонента вносим необходимые изменения в модели, сохраняем его и закрываем его окно, переходя в окно сборки.








На основании исходных данных – сборочный чертеж механизма (задание взять в ауд. 3315а в соответствии со своим вариантом) необходимо: построить пространственную модель 4-х деталей сборочного узла (детали указывает преподаватель); разработать рабочие чертежи для каждой из 4-х деталей с нанесением размеров; выполнить сборку механизма из указанных преподавателем деталей; разнести компоненты сборки;

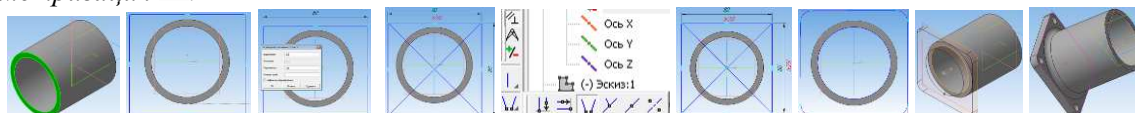
#### *Построение пространственных моделей.*












В соответствии с заданием (цилиндр пневматический) определяем условия соединения всех его составляющих деталей, принцип действия, масштаб изображения. Механизм состоит из *Корпуса*, двух *Крышек*, *Вала* с одетым на него *Поршнем* при помощи гайки, *Фланца*. Фланец крепится к правой *Крышке* при помощи шпилек, обе *Крышки* крепятся к *Корпусу* при помощи болтов. Указанный в основной надписи масштаб используется для определения истинных размеров деталей.

Создание файла детали *Корпус*. Выделяем в дереве построения плоскость *ZY*. Нажимаем кнопку *Эскиз*  на инструментальной панели. В эскизе выполняем две окружности, используя команду *окружность*  раздела *Геометрия* , размеры берем из чертежа (необходимо произвести измерения с помощью инструментов по сборочному чертежу). В нашем случае – 65 и 55мм. Закрываем эскиз. На панели *Редактирование модели*  нажимаем кнопку *Операция выдавливания* . Выдавливаем в соответствии с размером *Цилиндра*(72мм).

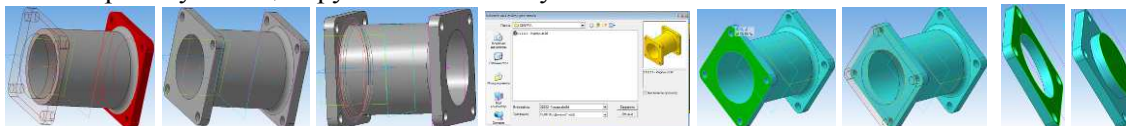
Выделяем левое основание и нажимаем кнопку *Эскиз* . В эскизе строим прямоугольник произвольного размера, используя команду *Непрерывный ввод объектов*  в разделе *Геометрия* . В разделе *Размеры* активизируем команду *Авторазмер* . После простановки размера система предложит диалог, в котором следует указать необходимый размер (80мм). Нам необходимо, чтобы центр квадрата и начало координат совпали. Для этого проводим диагонали в квадрате, отмечаем их точкой – команда *Точка*  в разделе *Геометрия* . На *Инструментальной панели* включаем раздел *Параметризация* .






На компактной панели активизируем команду *Параметризация*. Выбираем режим *Совпадение точек*. В окне модели указываем 2 точки, которые должны совпасть – центр прямоугольника и точку начала координат. Производим скругления углов прямоугольника радиусом 8 мм. Строим по центру окружность диаметром 55 мм. На панели *Редактирование модели*  нажимаем кнопку *Операция выдавливания* . Выдавливаем на 8мм. Левую плоскость фланца используем как эскиз, на котором выполняем 4 окружности диаметром 8 мм.

Нажимаем кнопку *Вырезать выдавливанием*  на панели *Редактирование модели* . В списке *Тип построения* необходимо выбрать *Через все*. Нажимаем кнопку *Создать объект* . Выполняем скругления между фланцем и корпусом радиусом 5 мм. Второй фланец на корпусе строим, используя команду *Зеркальный массив*. Нам необходимо построить плоскость, относительно которой будет производиться копирование фланца. В разделе *Вспомогательная геометрия*  открываем команду *Параллельная плоскость*  и строим по центру вспомогательную плоскость. В разделе *Массивы* открываем  *Зеркальный массив* .


В строке *Текущее состояние* указываем объект для зеркального копирования – фланец, в поле *плоскость* – построенную по центру вспомогательную плоскость.



Выполняем скругления между вторым фланцем и корпусом радиусом 5 мм. Сохраняем файл. Создание файла детали *Крышка (левая)*. Открываем файл *11111 Корпус*. Сохраняем его под новым именем *22222 Крышка*. В поле *Обозначение* на панели свойств вводим обозначение детали *22222*. В поле наименование пишем название *Крышка*. В списке *Цвет* определяем цвет детали. Выделяем левую плоскость корпуса и используем ее как эскиз. Используем боковую часть крышки как эскиз, в котором строим прямоугольник таким образом, чтобы полностью захватить контур корпуса. Нажимаем кнопку *Вырезать выдавливанием*  на панели *Редактирование модели* . В списке *Тип построения* необходимо выбрать *Через все*. Нажимаем кнопку *Создать объект* . Для дальнейших построений выделяем правую плоскость крышки и используем ее как эскиз. Цилиндрическая часть крышки входит в цилиндр, следовательно, диаметр цилиндра такой же, как и отверстия корпуса. Строим в эскизе окружность. Необходимого размера (55мм). Выдавливаем в прямом направлении на расстояние 8мм.

Полученную плоскость справа используем как эскиз, на котором строим окружность, диаметром 42мм. Вырезаем на расстоянии 3мм. С левой стороны крышки должен быть цилиндр, в котором имеется отверстие, диаметр и глубина которого 28мм и 12мм соответственно.



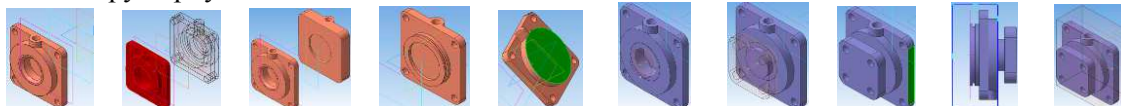
В крышке предусмотрены отверстия для смазочных материалов. Выделяем верхнее основание крышки и на его базе активизируем эскиз. Строим окружность диаметром 16мм. Оставляем половину и используем команду *Операция выдавливания* . В строке *Текущего состояния* выбираем опцию *До объекта*. Выделяем курсором объект – это поверхность цилиндра. Система построит элемент крышки. Затем выделяем вертикальную плоскость *ZX*, которую используем в качестве эскиза.

Строим контур вырезаемого отверстия, состоящего из конического и цилиндрического отверстий. Затем используем операцию *Вырезать вращением*.

С правой стороны крышки имеется сливное отверстие диаметром 4мм. Донышко правого углубления используем как эскиз, в котором выполняем окружность диаметром 4мм. Используем команду *Вырезать выдавливанием*. В поле *Расстояние* выбираем *До поверхности*, которую следует указать курсором – это поверхность вертикального цилиндрического отверстия. На цилиндре, который входит в корпус, имеется проточка под уплотнительное кольцо, чтобы вырезать, ее вновь используем плоскость *ZX* в качестве эскиза. В эскизе строим контур сечения и применяем операцию *Вырезать элемент вращением*.

В цилиндрическом отверстии справа строим фаски, длина – 4мм.

Создание файла детали *Крышка (правая)*. Поскольку крышка правая повторяет размеры левой, то используя зеркальный массив, получим ее отражение, которое следует доработать в соответствии с конструкцией правой крышки. Открываем *Зеркальный массив*. В опции объекты выделяем все поверхности детали, в опции *Плоскость* – показываем вспомогательную плоскость, которая она проходит по центру корпуса.



В качестве эскиза используем боковую грань правой крышки. Выделяем правую крышку контуром, затем удаляем этот контур с помощью команды *Вырезать выдавливанием* на панели *Редактирование модели*. В списке *Тип построения* необходимо выбрать *Через все*. Нажимаем кнопку *Создать объект*. Внутреннее строение правой крышки отличается от конструкции левой. Выделяем вертикальную плоскость *ZX*, которую используем в качестве эскиза. Проводим соответствующие построения для изменения конструкции детали.

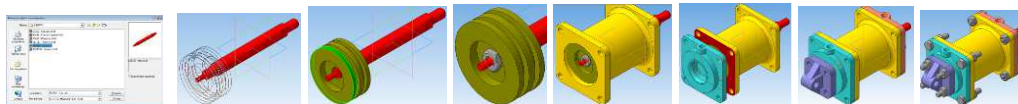
Создание файла детали *Фланец*. Последовательность построения показана в пошаговом исполнении. Размеры берутся со сборочного чертежа с учетом масштаба изображения



Создание файла детали *Вал*. Построение детали *Вал* в принципе схоже с построением детали *Вал* из лабораторной работы №2. Последовательность построения показана в пошаговом исполнении. Размеры берутся со сборочного чертежа с учетом масштаба изображения.





Создание файла детали *Поршень*. Поскольку поршень частично повторяет размеры вала, то этим следует воспользоваться, для уменьшения затрат на измерение параметров поршня. В плоскости *XZ* открываем эскиз и в нем строим с помощью команды *Непрерывный ввод объекта* по размерам внешний контур поршня.





*Построение сборки*. Открываем новый документ *Создать*, выбираем тип документа *Сборка*. Чтобы добавить в сборку компонент, существующий в файле на диске, вызываем команду *Операции – Добавить из файла – Компонент* или включаем раздел на компактной панели *Добавить из файла*. В появившемся диалоговом окне выбираем необходимый файл. Задаем точку вставки компонента. Её можно указать в окне сборки произвольно или, используя привязку, например, к началу координат или вершине. Можно ввести координаты точки вставки компонента в группе полей *Точка вставки* на панели свойств. Если вставленный компонент – первый в сборке, он автоматически фиксируется в системе координат. Наши детали построены таким образом, что точка начала координат в каждой из них является общей. Первой вставляем деталь *Вал*. Курсором указываем точку начала координат. Следующая деталь – *Поршень*. В разделе на компактной панели *Добавить из файла* в диалоговом окне выбираем необходимый файл. Курсором указываем точку начала координат.







Вызываем команду *Спряжение компонентов*, активизируя раздел *Операции*. В опции *Совпадение* указываем плоскость вала (3-я ступень), а в опции *Соосность* – указываем внутреннюю (или внешнюю) поверхность штока и поверхность второго цилиндра на валу. Следующей деталью будет стандартная гайка, которая крепит поршень на валу. Вызываем команду *Библиотека – Стандартные изделия – Вставка – Вставить элемент*.



В появившемся диалоге двойным щелчком мыши выбираем необходимое стандартное изделие *Гайка ГОСТ 5915-70*, исполнение 2 и задаем параметры резьбы - *M 8* и нажимаем кнопку *применить*. Указываем в *Строке текущего состояния* опцию *Совпадение*, затем курсором указываем плоскость, с которой должна совпасть гайка – это плоскость доньшка цилиндра на поршне. Следующая опция – *Соосность*, активизируем ее и курсором указываем поверхность цилиндрика, на который будет закручена гайка. На панели *Специального управления* нажимаем кнопку *Создать объект* . Внимательно следим за направлением изделия, в случае необходимости меняем его в *Строке текущего состояния*. Система предложит внести стандартный элемент в спецификацию. Нажимаем в диалоговом окне *ОК*. Вы увидите, что гайка приобрела цвет и контур. Активизируем раздел на компактной панели *Добавить из файла* . В появившемся диалоговом окне выбираем файл корпуса. Курсором указываем точку начала координат. Вызываем команду *Спряжение компонентов* , активизируя раздел *Операции*. В опции *Соосность* -  *Соосность* указываем поверхность штока и поверхность цилиндрической части корпуса.

Активизируем раздел на компактной панели *Добавить из файла* . В появившемся диалоговом окне выбираем файл *Крышки*. Курсором указываем точку начала координат. Вызываем команду *Спряжение компонентов* , активизируя раздел *Операции*. В опции  *Совпадение* указываем плоскость фланца на корпусе, а в опции *Соосность* -  *Соосность* указываем внутреннюю (или внешнюю) поверхность цилиндрической части корпуса. Аналогично добавляем правую крышку и фланец. Добавляем стандартные изделия – болты с соответствующими гайками. Вызываем команду *Библиотека – Стандартные изделия – Вставка – Вставить элемент*. Болт ГОСТ 7798-70, исполнение 1. В опции *Совпадение* указываем плоскость, до которой будут завинчены болты, а в опции *Соосность* – указываем поверхность отверстия, в которое будет завинчен болт. Внимательно следим за направлением изделия, в случае необходимости меняем его в *Строке текущего состояния*.

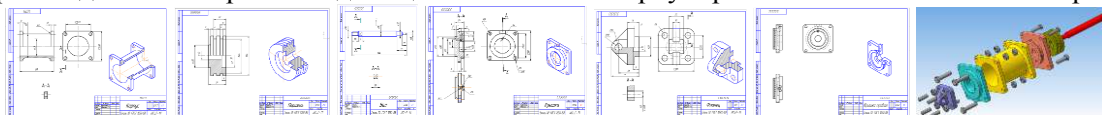
Добавляем стандартные изделия – шпильки с соответствующими гайками. Вызываем команду *Библиотека – Стандартные изделия – Вставка – Вставить элемент* Шпилька ГОСТ 22032-76, исполнение 1. *Построение чертежей деталей*. Для создания нового чертежа вызываем команду *Файл – Создать* или нажимаем кнопку *Создать*  на панели *Стандартная*. Указываем тип создаваемого документа *Чертеж* и нажимаем кнопку *ОК*. На экране появится окно нового документа. Нажмите кнопку *Менеджер документа*  на панели *Стандартная*. Раскрываем список форматов и указываем формат в зависимости от сложности детали. На инструментальной панели *Виды*  активизируем кнопку *Стандартные виды* . Если деталь открыта, то нажимаем *ОК*. Если нет – то нажимаем кнопку *Из файла* и указываем положение детали на диске.

Вывод на печать: *Файл – Предварительный просмотр – Сервис – Подогнать масштаб – Количество страниц по горизонтали* (2 – формат А3, 1 – формат А4).

*Разнесение компонентов сборки*. На стандартной панели открываем раздел *Сервис – Разнести компоненты* *Параметры*. В строке текущего состояния указываем шаг (0; 1 и т.д.), затем компоненты, которые на этом шаге хотим разнести. В опции *Расстояние* – расстояние, которое отсчитывается от того объекта, который мы укажем в опции *Объект*. При необходимости указанные параметры, не выходя из режима можно редактировать, каждый раз, не забывая создать объект. При разнесении шпилек указываем расстояние 40мм, в опции объект – указываем грань фланца.

Форма отчетности: демонстрация умения моделировать в сцене работу с системой частиц Blizzard.

Задание для самостоятельной работы: В соответствии с индивидуальным вариантом разработать модели и чертежи деталей сборочной единицы. Выполнять сборку и разнесение компонентов сборки.



#### Рекомендуемые источники

1. Неразъемные соединения. САПР – технологии. Построение трёхмерных моделей и разработка чертежей неразъемных сборочных единиц в системах автоматизированного проектирования КОМПАС 3D и Т – FLEX CAD: учеб. пособие / Л.Б. Григорьевский. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 83с. [http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20по%20собия/Инженерная%20графика/Григорьевский%20Л.Б.Неразъемные%20соединения.Уч. пособие. 2010 .pdf/](http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20по%20собия/Инженерная%20графика/Григорьевский%20Л.Б.Неразъемные%20соединения.Уч.%20пособие.%202010.pdf/) (стр. 5 – 83).

#### Основная литература

1. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика: учебник / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). – ISBN 978-5-7695-7940-0

#### Дополнительная литература

1. Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере : учеб. пособие / Б. Г. Миронов [и др.]. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Высшая школа, 2004. - 355 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какой чертеж называется чертежом детали?
2. Требования, предъявляемые к чертежу детали?
3. Как осуществить сборку в компас-3d?
4. Как осуществить разнесение компонентов сборки в компас-3d?
5. Как разработать презентацию, используя PowerPoint и PfotoShop?

## 9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы

Контрольная работа выполняется по индивидуальным вариантам. Задания для ее выполнения можно взять на стендах кафедры, у преподавателя или в лаборатории кафедры (ауд. 3315-а). Задания, разрабатываемые в компас-3d, выполняются на формате А3 или А4. Допускается формат А3 при распечатке форматировать до А4. Задания, разрабатываемые в 3ds max, демонстрируются преподавателю и предъявляются в виде растровых рисунков, Консультации по проблемам выполнения индивидуальных заданий контрольных работ проводятся во время аудиторных занятий (лекций, практик) или непосредственно в часы, выделенные для консультирования. Графические и контрольные работы подшиваются и хранятся студентом до зачетной сессии. При сдаче зачета альбом чертежей остается у преподавателя и хранится на кафедре в течение года.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – преподаватель использует для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения лекций;
- создания тематических веб-сайтов;
- интерактивного общения;
- участия в онлайн-конференциях;
- работы в электронной информационной среде;
- ОС Windows 7 Professional;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security
- ПО «Антиплагиат»
- КОМПАС-3D V 13 Сублицензионный договор №П-2011-028 от 30.09.2011г. Номер лицензионного соглашения Кк-11-01142 Лицензия № 12500 Срок действия-бессрочная лицензия

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Лк и ЛР</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Интерактивная доска SMART Board 680I со встроенным XGA проектором UX60; Интерактивный планшет: Wacom LP 2200 1-ПК: Intel Pentium 4 CPU 3.00 GHz, 2,99 ГГц, 2.00 Гб; Акустическая система SPS-606 SVEN	Лк 1-17
ЛР	Дисплейный класс	16-ПК: AMD-690G (2,1GHz/250Gb/3000 Mb/DVD+RW) 2 ядра; Мониторы LG L1753-SF; Принтер: HP LaserJet 2015	ЛР 1-16
СР, кр	Читальный зал №1	Оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-














**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
1	2	3	4	5
ОПК-3	Способность применять основные приемы и законы создания и чтения чертежей и документации по аппаратным и программным компонентам информационных систем	1. Компьютерная геометрия	1.1. Возможности современной компьютерной графики. Компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи.	Вопросы к зачету с оц. №№ 1-8
			1.2. Понятия геометрического моделирования, графической системы, базового графического пакета. Требуемые вычислительные ресурсы для решения геометрических графических задач. Применение средств компьютерной графики.	Вопросы к зачету с оц. №№ 9-12
			1.3. Представление информации и ее машинная генерация. Работа с окнами графического пакета компас-3d. Документы компас-3d. Типы документов.	Вопросы к зачету с оц. №№ 13-17
			1.4. Виды компьютерной графики. Графические языки. Системы координат и единицы измерения в документах компас-3d.	Вопросы к зачету с оц. №№ 18-21
			1.5. Архитектура графических терминалов и графических рабочих станций. Видеоадаптеры VGA и SVGA. Работа в окне документа.	Вопросы к зачету №№ 22-27
			1.6. Программирование ввода и вывода графических изображений. Базовая графическая система (основные типы выходных примитивов и их атрибуты, графические объекты, системы координат и преобразования). Основные понятия трехмерного моделирования.	Вопросы к зачету с оц. №№ 28-33
			1.7. Графический метафайл, как средство обмена графическими данными. Программная и аппаратная реализация алгоритмов компьютерной графики. Геометрические преобразования. Настройка отображения Деревя модели.	Вопросы к зачету с оц. №№ 34-38
			1.8. Графические диалоговые системы. Применение интерактивной графики в информационных системах. Точки и кривые в компас-3d.	Вопросы к зачету с оц. №№ 39-44
			1.9. Способы создания естественных графических изображений и движений на экране. Отображение. Цвет. Тени. Фактура материала в компьютерной графике. Создание поверхностей в компас-3d.	Вопросы к зачету с оц. №№ 45-47
ПК-26	Способность оформлять полученные рабочие результаты в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов на научно-технических конференциях	2. Компьютерная графика	2.1. Создание и простейшее редактирование стандартных примитивов в 3-ds max. Моделирование объектов на основе примитивов. Создание расширенных примитивов. Создание и редактирование конструкций из примитивов.	Вопросы к зачету с оц. №№ 48-51
			2.2. Основы работы со слайдами 3-ds max. Создание слайдов. Геометрические фигуры. Текст. Линии. Редактирование слайдов. Редактирование на уровне вершин. Изменение типа подобъектов. Редактирование на уровне сегментов. Редактирование на уровне слайдов.	Вопросы к зачету с оц. №№ 52-55
			2.3. Типовые материалы Vray MentalRay в 3-ds max. Универсальный материал. Цвет материала. Шероховатость. Отражения. Прозрачность. Дисперсия. Фактура и рельефность. Смешивание материалов. Просвечивающие материалы.	Вопросы к зачету №№ 56-61
			2.4. Создание сцен в 3-ds max. Построение мягких объемных тел.	Вопросы к зачету с оц. №№ 62-66

1	2	3	4	5
			2.5. Работа с текстилем в 3-ds max. Анимация. Наложение текстуры.	Вопросы к зачету с оц №№ 67-69
			2.6. Работа с системой частиц Blizzard в 3-ds max.	Вопросы к зачету с оц №№ 70-72
			2.7. Детализирование. Сборка. Разнесение компонентов в компас-3d.	Вопросы к зачету с оц №№ 73-77

## 2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ С ОЦЕНКОЙ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-3	Способность применять основные приемы и законы создания и чтения чертежей и документации по аппаратным и программным компонентам информационных систем	<p>1. Расположение Главного меню в компас - 3d; Инструментальной панели.</p> <p>2. Расположение Компактной панели; Панели свойств; Строки сообщений.</p> <p>3. Расположение Древа документа. Создание файла чертежа.</p> <p>4. Расположение Древа документа. Создание файла чертежа.</p> <p>5. Назовите команды раздела Редактирование.</p>	<p>1. Компьютерная геометрия</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p>
2.	ПК-26	Способность оформлять полученные рабочие результаты в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов на научно-технических конференциях	<p>6. Назовите команды раздела Геометрия.</p> <p>7. Требования к эскизам. Функциональное назначение кнопки Создать объект .</p> <p>8. Как производится добавление скруглений?</p> <p>9. Как активизировать кнопку эскиз ? Как работает команда Вырезать выдавливанием ? Операция выдавливания .</p> <p>10. Функциональное назначение кнопки Редактирование модели .</p> <p>11. Как активизировать команду Симметрия  раздела Редактирование?</p> <p>12. Функциональное назначение кнопок Виды ; Стандартные виды .</p> <p>13. Что называется разрезом? Чем разрез отличается от сечения?</p> <p>14. Функциональное назначение кнопки Непрерывный ввод объектов  раздела Геометрия .</p> <p>15. Функциональное назначение кнопки Менеджер документа на панели Стандартная .</p> <p>16. Как осуществить вывод на печать конструкторского документа?</p> <p>17. Как на чертеже подключить линии невидимого контура?</p> <p>18. Как работает команда Скругление?</p> <p>19. Функциональное назначение команды Копия по окружности  раздела Редактирование .</p>	<p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p> <p>1.</p>

		20. Функциональное назначение кнопки <i>Менеджер документа</i> на панели <i>Стандартная</i> ?	1.
		21. Как осуществить нанесение размеров на конструкторском документе?	1.
		22. Как следует располагать на чертеже размерные и выносные линии для измерения величины отрезка, угла, радиуса и дуги?	1.
		23. На каком расстоянии от линии контура проводят размерные линии?	1.
		24. Как проставлять на чертеже размерные числа в зависимости от наклона размерных линий и расположения углов?	1.
		25. Как наносят размеры сферы и квадрата?	1.
		26. Как приставляют на чертеже размеры конусности и уклона?	1.
		27. В каких случаях размерную линию проводят с обрывом?	1.
		28. Что представляет собой болт; гайкам? шайба?	1.
		29. Для чего используется болтовое соединение?	1.
		30. Как рассчитать длину болта в соединении?	1.
		31. Как пользоваться <i>Менеджером библиотек</i> ?	1.
		32. Какие размеры наносят на сборочном чертеже?	1.
		33. Какие упрощения используют на сборочном чертеже?	1.
		34. Что представляет собой шпонка?	1.
		35. Для чего используется шпоночное соединение?	1.
		36. Как построить касательную плоскость, используя команду <i>Вспомогательная геометрия</i> ?	1.
		37. Как пользоваться разделом <i>Редактирование сборки</i> ?	1.
		38. Как пользоваться библиотекой эскизов?	1.
		39. Что представляет собой сварное соединение?	1.
		40. Для чего используется сварное соединение?	1.
		41. Как изображается шов сварного соединения с видимой стороны?	1.
		42. Как изображается шов сварного соединения с невидимой стороны?	1.
		43. Как обозначается шов сварного соединения?	1.
		44. Что такое тавровое соединение? Нахлесточное? Угловое? Стыковое?	1.
		45. Как выполнить спецификацию сборочной единицы на чертеже?	1.
		46. Как нанести на чертеже технические требования?	1.
		47. Как нанести условные знаки	1.



			обозначения шва сварного соединения?	
			48. Как настроить цвет примитива?	2. Компьютерная графика
			49. Как построить геометрические объекты на основе простейших и расширенных примитивов по размерам?	2.
			50. Как изменить свойства примитивов?	2.
			51. Как изменить отрисовку примитивов в видовых окнах?	2.
			52. Как изменить отрисовку вершины на Bezier-Corner?	2.
			53. Как управлять гладкостью кривизны сплайнов?	2.
			54. Как объединить несколько сплайнов в один?	2.
			55. Как плоский сплайн сделать трехмерным?	2.
			56. Для чего предназначена кнопка Sample Type?	2.
			57. Для чего предназначена кнопка Backlight?	2.
			58. Для чего предназначена кнопка Background?	2.
			59. Для чего предназначена кнопка Sample UV Tiling?	2.
			60. Для чего предназначена кнопка Video Color Check?	2.
			61. Для чего предназначена кнопка Select By Material?	2.
			62. Для чего применяется модификатор Cloth?	2.
			63. Для чего предназначена кнопка Object Properties?	2.
			64. Для чего предназначена кнопка Collision Object?	2.
			65. Для чего предназначена кнопка Simulate Local.?	2.
			66. . Для чего применяется модификатор TurboSmooth.?	2.
			67. Как материалу придать свойства мягкой ткани?	2.
			68. Как наложить текстурную карту на объект?	2.
			69. Как выполнить анимацию сцены?	2.
			70. Что представляет собой система частиц Blizzard (Метель)?	2.
			71. Как осуществляется настройка параметров Super Spray.?	2.
			72. Как работает инструмент Gravity.?	2.
			73. Какой чертеж называется чертежом детали?	2.
			74. Требования, предъявляемые к чертежу детали?	2.
			75. Как осуществить сборку в компас-3d?	2.
			76. Как осуществить разнесение компонентов сборки в компас-3d?	2.
			77. Как разработать презентацию, используя PowerPoint и PfotoShop?	2.

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> (ОПК-3): основные законы геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимых при создании и чтении чертежей и документации по аппаратным и программным компонентам информационных систем и в профессиональной деятельности (разработка и внедрение технологий объектов профессиональной деятельности в областях: машиностроение, приборостроение, техника, образование, строительство, транспорт, текстильная и легкая промышленность, пищевая промышленность, дизайн); (ПК-26): – основные способы и приемы формирования наглядных изображений для презентаций, необходимых в профессиональной деятельности (разработка и внедрение технологий объектов профессиональной деятельности в областях: машиностроение, приборостроение, техника, образование, строительство, транспорт, текстильная и легкая промышленность, пищевая промышленность, дизайн);</p> <p><b>Уметь</b> (ОПК-3): - анализировать и воспринимать оптимальное соотношение частей и целого на основе графических моделей, практически реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов; использовать основные законы, методы и приемы начертательной геометрии, необходимые в профессиональной деятельности; (ПК-26): - анализировать эффективность видеоряда презентационного материала в учебных отчетах, статьях, докладах и научно-технических конференциях с использованием различных информационных графических систем, необходимых в профессиональной деятельности;</p> <p><b>Владеть</b> (ОПК-3): - навыками графических способов решения позиционных и метрических задач для пространственных объектов на чертежах, методами проецирования и изображения пространственных форм на плоскостях проекций, необходимых в профессиональной деятельности; (ПК-26): - навыками графических способов и приемов решения профессиональных задач для</p>	<p><b>отлично</b></p>	<p>студент демонстрирует - отличное знание законов геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимых при создании и чтении чертежей и документации в профессиональной деятельности; – мастерски использует способы и приемы геометро - графического формирования объектов реального пространства в графической системе компас – 3d и 3ds max; PowerPoint и PfotoShop - осознанно анализирует и воспринимает оптимальное соотношение частей и целого на основе графических моделей, практически реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов; - безошибочно владеет навыками графических способов и приемов решения профессиональных задач для пространственных объектов реального пространства в графических системах, необходимых в профессиональной деятельности.</p>
<p>(ОПК-3): - анализировать и воспринимать оптимальное соотношение частей и целого на основе графических моделей, практически реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов; использовать основные законы, методы и приемы начертательной геометрии, необходимые в профессиональной деятельности; (ПК-26): - анализировать эффективность видеоряда презентационного материала в учебных отчетах, статьях, докладах и научно-технических конференциях с использованием различных информационных графических систем, необходимых в профессиональной деятельности;</p> <p><b>Владеть</b> (ОПК-3): - навыками графических способов решения позиционных и метрических задач для пространственных объектов на чертежах, методами проецирования и изображения пространственных форм на плоскостях проекций, необходимых в профессиональной деятельности; (ПК-26): - навыками графических способов и приемов решения профессиональных задач для</p>	<p><b>хорошо</b></p>	<p>студент демонстрирует - хорошее знание законов геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимых при создании и чтении чертежей и документации в профессиональной деятельности; – использует способы и приемы геометро - графического формирования объектов реального пространства в графической системе компас – 3d и 3ds max; PowerPoint и PfotoShop - анализирует и воспринимает оптимальное соотношение частей и целого на основе графических моделей, практически реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов; - владеет навыками графических способов и приемов решения профессиональных задач для пространственных объектов реального пространства в графических системах, необходимых в профессиональной деятельности.</p>

<p>пространственных объектов реального пространства в графических системах, необходимых в профессиональной деятельности.</p>	<p><b>удовлетворительно</b></p>	<p>студент демонстрирует</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- удовлетворительное знание основных законов геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимых при создании и чтении чертежей и документации в профессиональной деятельности;</li> <li>- удовлетворительно использует способы и приемы геометро - графического формирования объектов реального пространства в графической системе компас – 3d и 3ds max; PowerPoint и PfotoShop;</li> <li>- с трудом производит анализ и плохо воспринимает оптимальное соотношение частей и целого на основе графических моделей, практически реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов;</li> <li>- плохо владеет навыками графических способов и приемов решения профессиональных задач для пространственных объектов реального пространства в графических системах, необходимых в профессиональной деятельности</li> </ul>
	<p><b>неудовлетворительно</b></p>	<p>студент не демонстрирует</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основных законов геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимых при создании и чтении чертежей и документации в профессиональной деятельности;</li> <li>- не использует способы и приемы геометро - графического формирования объектов реального пространства в графической системе компас – 3d и 3ds max; PowerPoint и PfotoShop;</li> <li>- даже с помощью преподавателя не может провести анализ и воспринимать оптимальное соотношение частей и целого на основе графических моделей, практически реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов;</li> <li>- не владеет навыками графических способов и приемов решения профессиональных задач для пространственных объектов реального пространства в графических системах, необходимых в профессиональной деятельности</li> </ul>

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

– Дисциплина Компьютерная геометрия и графика направлена на освоение современных методов и средств компьютерной графики, приобретение знаний и умений по построению двухмерных и трехмерных геометрических моделей объектов с помощью графических систем, а так же правил оформления графической конструкторско-технической и другой документации; Изучение дисциплины Компьютерная геометрия и графика предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы;
- контрольная работа;
- зачет с оценкой.

В ходе освоения раздела 1 Компьютерная геометрия студенты должны уяснить теоретические и практические основы построения пакетов компьютерной графики, ориентированных на применение в информационных системах; принципов и способов организации интерактивного графического режима в информационных системах; методов геометрического моделирования объектов и отображения графической информации на активных и пассивных устройствах отображения

В ходе освоения раздела 2 Компьютерная графика студенты должны освоить современные методы и средства компьютерной графики, приобрести знания и умения по построению двухмерных и трехмерных геометрических моделей объектов с помощью графических систем компас -3d? 3ds max, PowerPoint и PfotoShop, а так же правил оформления графической конструкторско-технической и другой документации;

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления о теории чтения ортогональных чертежей, наглядных изображений, разработке и чтению конструкторских документов.

Самостоятельную работу по каждой теме необходимо начинать с ознакомления с теоретической учебно-научной информацией в учебной литературе. Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете. Предусмотрено проведение аудиторных занятий в объеме 2 часа (в виде малых групп) в сочетании с внеаудиторной работой.

## АННОТАЦИЯ

### рабочей программы дисциплины

### Компьютерная геометрия и графика

#### 1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является:

- изучение теоретических и практических основ построения пакетов компьютерной графики, ориентированных на применение в информационных системах; принципов и способов организации интерактивного графического режима в информационных системах; методов геометрического моделирования объектов и отображения графической информации на активных и пассивных устройствах отображения;
- освоение современных методов и средств компьютерной графики, приобретение знаний и умений по построению двумерных и трехмерных геометрических моделей объектов с помощью графических систем, а так же правил оформления графической конструкторско-технической и другой документации;
- развитие пространственного представления, воображения и пространственного конструкторско-геометрического мышления; развитие способностей к анализу и синтезу пространственных форм на основе графических моделей пространства, практически реализуемых в виде различных типов чертежей.

Задачами изучения дисциплины являются:

- знакомство с современным состоянием и перспективами развития интерактивной компьютерной графики; со способами реализации функции ядра графической системы;
- формирование системы знаний об основной организации базовых графических систем на основании международных и государственных стандартов и системы инженерно-конструкторских знаний с прочным геометро - графическим фундаментом, позволяющим успешно решать научные и технические проблемы, возникающие в процессе профессиональной деятельности;
- обучение теории чтения ортогональных чертежей, наглядных изображений, разработке и чтению конструкторских документов; оформлению полученных результатов в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов на научно-технических конференциях.

#### 2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебной работы, включая самостоятельную работу:

Лекции – 18 ч.

Практические занятия – 36 ч.

Самостоятельная работа – 54 ч.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часа, 3 зачетные единицы

2.2 Основные разделы дисциплины:

1 – Компьютерная геометрия;

2 – Компьютерная графика.

#### 3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

- ОПК-3: способность применять основные приемы и законы создания и чтения чертежей и документации по аппаратным и программным компонентам информационных систем
- ПК-26: способность оформлять полученные рабочие результаты в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов на научно-технических конференциях.

#### 4. Вид промежуточной аттестации: зачет с оценкой

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_\_-20\_\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

---

Протокол заседания кафедры №\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.,  
(разработчик)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.2 Информационные системы и технологии от 12 марта 2015 г. № 219

**для набора 2015 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413

**для набора 2016 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» сентября 2016г. № 622

**для набора 2016 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «06» сентября 2016г. № 622

**для набора 2017 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017г. № 125

**для набора 2017 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «06» марта 2017г. № 125

**для набора 2018 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018г. № 130

**для набора 2018 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «12» марта 2018г. № 130

**Программу составила:**

Иващенко Г.А. профессор, д.п.н., доцент \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ММиИГ

от «14» декабря 2018 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой ММиИГ \_\_\_\_\_ Л.П. Григоревская

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой ИиПМ \_\_\_\_\_ А.С. Толстикова

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией механического факультета

от «14» декабря 2018 г. протокол №4

Председатель методической комиссии факультета \_\_\_\_\_ Г.Н.Плеханов

Начальник учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_

(методический отдел)