

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра подъемно-транспортных, строительных,
дорожных машин и оборудования**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

« _____ » _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Б1.В.05

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

ПРОГРАММА СПЕЦИАЛИТЕТА

**Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и
оборудование**

Квалификация выпускника: инженер

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	6
4.3 Лабораторные работы.....	30
4.4 Практические занятия.....	30
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	30
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	31
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	32
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	32
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	33
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	33
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических занятий.....	34
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	85
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	85
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	86
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	90
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	91
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	92

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

Вид деятельности выпускника

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

Цель дисциплины

Освоение современных информационных технологий для решения стандартных задач автоматизации инженерно-графических работ на основе информационной культуры с учетом основных требований информационной безопасности.

Задачи дисциплины

Практическое использование на практике технических средств и специального программного обеспечения с целью увеличения производительности труда, сокращению сроков проектирования и повышению качества разработки инженерных проектов.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-10	способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования;	знать: современные информационные технологии для решения стандартных задач автоматизации инженерно-графических работ; уметь: разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования; владеть: навыками технического проектирования и моделирования с использованием информационных компьютерных технологий и специального программного обеспечения.
ПСК-2.7	способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.	знать: основы инженерного проектирования для организации и проведения инженерных расчетов и работ; уметь: эскизировать, читать и выполнять сборочные чертежи, сборочные узлы, сечения, разрезы деталей в соответствии со стандартами ЕСКД; владеть: способностью разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.05 Автоматизация инженерно-графических работ относится к вариативной части.

Дисциплина Автоматизация инженерно-графических работ базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: информационные технологии в инженерных задачах, введение в специальность.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Автоматизация инженерно-графических работ представляет основу для изучения дисциплин: детали машин и основы конструирования, основы проектирования машин.

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

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	1	2	144	51	17	-	34	57	-	экзамен
Заочная	1	-	144	12	4	-	8	123	-	экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	51	20	51
Лекции (Лк)	17	-	17
Практические занятия (ПЗ)	34	20	34
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	57	-	57

Подготовка к практическим занятиям	40	-	40
Подготовка к экзамену в течение семестра	17	-	17
III. Промежуточная аттестация экзамен	36	-	36
Общая трудоемкость дисциплины час.	144	-	144
зач. ед.	4	-	4

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	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
1.	Роль автоматизации инженерно-графических работ в деятельности современного инженера.	56	11	18	27
1.1.	Введение в автоматизированное проектирование.	12	2	4	6
1.2.	Уровни и стадии проектирования.	13	3	4	6
1.3.	Модели и их параметры в САПР.	14	4	4	6
1.4.	Типы САПР в области машиностроения.	17	2	6	9
2.	Автоматизация графических работ в среде КОМПАС-3D.	52	6	16	30
2.1.	Построение ассоциативных чертежей деталей по выполненной модели.	32	4	8	20
2.2.	Создание сборочного чертежа и спецификации разъемного соединения.	20	2	8	10
	ИТОГО	108	17	34	57

- 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	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
1.	Роль автоматизации инженерно-графических работ в	62	2	-	60

	деятельности современного инженера.				
1.1.	Введение в автоматизированное проектирование.	31	1	-	30
1.2.	Уровни и стадии проектирования.	31	1	-	30
2.	Автоматизация графических работ в среде КОМПАС-3D.	73	2	8	63
2.1.	Построение ассоциативных чертежей детали по выполненной модели.	38	1	4	33
2.2.	Создание сборочного чертежа и спецификации разъемного соединения.	35	1	4	30
	ИТОГО	135	4	8	123

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам.

Раздел 1. Роль автоматизации инженерно-графических работ в деятельности современного инженера.

Тема 1.1. Введение в автоматизированное проектирование.

Понятие проектирования:

Проектирование технического объекта — создание, преобразование и представление в принятой форме образа этого еще не существующего объекта. Образ объекта или его составных частей может создаваться в воображении человека в результате творческого процесса или генерироваться в соответствии с некоторыми алгоритмами в процессе взаимодействия человека и ЭВМ. В любом случае инженерное проектирование начинается при наличии выраженной потребности общества в некоторых технических объектах, которыми могут быть объекты строительства, промышленные изделия или процессы. Проектирование включает в себя разработку технического предложения и (или) *технического задания* (ТЗ), отражающих эти потребности, и реализацию ТЗ в виде проектной документации.

Обычно ТЗ представляют в виде некоторых документов, и оно является исходным (первичным) описанием объекта. Результатом проектирования, как правило, служит полный комплект документации, содержащий достаточные сведения для изготовления объекта в заданных условиях. Эта документация и есть *проект*, точнее окончательное описание объекта. Более коротко, проектирование — процесс, заключающийся в получении и преобразовании исходного описания объекта в окончательное описание на основе выполнения комплекса работ исследовательского, расчетного и конструкторского характера.

Преобразование исходного описания в окончательное порождает ряд промежуточных описаний, подводящих итоги решения некоторых задач и используемых для обсуждения и принятия решений для окончания или продолжения проектирования. Такие промежуточные описания называют *проектными решениями*.

Проектирование, при котором все проектные решения или их часть получают путем взаимодействия человека и ЭВМ, называют *автоматизированным проектированием*, в отличие от ручного (без использования ЭВМ) или автоматического (без участия человека на промежуточных этапах). Система, реализующая автоматизированное проектирование, представляет собой *систему автоматизированного проектирования* (САПР, в англоязычном написании CAD System — Computer Aided Design System).

Автоматическое проектирование возможно лишь в отдельных частных случаях для сравнительно несложных объектов. Превалирующим в настоящее время является автоматизированное проектирование.

Проектирование сложных объектов основано на применении идей и принципов, изложенных в ряде теорий и подходов. Наиболее общим подходом является системный подход, идеями которого пронизаны различные методики проектирования сложных систем.

Принципы системного подхода при автоматизации проектирования:

Проектирование сложных объектов основано на применении идей и принципов, изложенных в ряде теорий и подходов. Наиболее общим подходом является *системный подход*, идеями которого пронизаны различные методики проектирования сложных систем.

Для специалиста в области системотехники идеи и принципы системного подхода являются очевидными и естественными, однако их соблюдение и реализация зачастую сопряжены с определенными трудностями, обусловливаемыми особенностями проектирования. Как и большинство взрослых образованных людей, правильно использующих родной язык без привлечения правил грамматики, инженеры используют системный подход без обращения к пособиям по системному анализу. Однако интуитивный подход без применения правил системного анализа может оказаться недостаточным для решения все более усложняющихся задач инженерной деятельности.

Основной общий принцип системного подхода заключается в рассмотрении частей исследуемого явления или сложной системы с учетом их взаимодействия. Системный подход включает в себя выявление структуры системы, типизацию связей, определение атрибутов, анализ влияния внешней среды, формирование модели системы, исследование модели и возможно *оптимизацию* ее структуры и функционирования.

Системный подход является базой для обобщающей дисциплины "теория систем" (другое используемое название — "системный анализ"). *Теория систем* — дисциплина, в которой конкретизируются положения системного подхода; она посвящена исследованию и проектированию сложных экономических, социальных, технических систем, чаще всего слабоструктурированных. Характерными примерами таких систем являются производственные системы. При проектировании систем цели достигаются в многошаговых процессах принятия решений. Методы принятия решений часто выделяют в самостоятельную дисциплину, называемую "Теория принятия решений".

В технике дисциплину, в которой исследуются сложные технические системы, их проектирование, и аналогичную теории систем, чаще называют *системотехникой*. Предметом системотехники являются, во-первых, организация процесса создания, использования и развития технических систем, во-вторых, методы и принципы их проектирования и исследования. В системотехнике важно уметь сформулировать цели системы и организовать ее рассмотрение с позиций поставленных целей. Тогда можно отбросить лишние и малозначимые части при проектировании и моделировании, перейти к постановке оптимизационных задач.

Системы автоматизированного проектирования и управления относятся к числу наиболее сложных современных искусственных систем. Их проектирование и сопровождение невозможны без системного подхода. Поэтому идеи и положения системотехники входят составной частью в дисциплины, посвященные изучению современных автоматизированных систем и технологий их создания и применения.

Интерпретация и конкретизация системного подхода имеют место в ряде известных подходов с другими названиями, которые также можно рассматривать как компоненты системотехники. Таковы структурный, блочно-иерархический, объектно-ориентированный подходы.

При структурном подходе, как разновидности системного, требуется синтезировать варианты системы из компонентов (блоков) и оценивать варианты при их частичном переборе с предварительным прогнозированием характеристик компонентов.

Блочно-иерархический подход к проектированию использует идеи декомпозиции сложных описаний объектов и соответственно средств их создания на иерархические уровни и аспекты, вводит понятие стиля проектирования (восходящее и нисходящее), устанавливает связь между параметрами соседних иерархических уровней.

Ряд важных структурных принципов, используемых при разработке информационных систем и прежде всего их программного обеспечения (ПО), выражен в подходе, называемом **объектно-ориентированным проектированием** (ООП). Такой подход имеет следующие преимущества в решении проблем управления сложностью и интеграции ПО:

вносит в модели приложений большую структурную определенность, распределяя представленные в приложении данные и процедуры между классами объектов;

сокращает объем спецификаций, благодаря введению в описания иерархии объектов и отношений наследования между свойствами объектов разных уровней иерархии;

уменьшает вероятность искажения данных вследствие ошибочных действий за счет ограничения доступа к определенным категориям данных в объектах.

Описание в каждом классе объектов допустимых обращений к ним и принятых форматов сообщений облегчает согласование и интеграцию ПО.

Для всех подходов к проектированию сложных систем характерны также следующие особенности:

Структуризация процесса проектирования, выражаемая декомпозицией проектных задач и документации, выделением стадий, этапов, проектных процедур. Эта структуризация является сущностью блочно-иерархического подхода к проектированию.

В теории систем и системотехнике введен ряд терминов, среди них к базовым нужно отнести следующие понятия:

Система — множество элементов, находящихся в отношениях и связях между собой.

Элемент — такая часть системы, представление о которой нецелесообразно подвергать при проектировании дальнейшему членению.

Сложная система — система, характеризующаяся большим числом элементов и, что наиболее важно, большим числом взаимосвязей элементов. Сложность системы определяется также видом взаимосвязей элементов, свойствами целенаправленности, целостности, членимости, иерархичности, многоаспектности. Очевидно, что современные автоматизированные информационные системы и, в частности, системы автоматизированного проектирования, являются сложными в силу наличия у них перечисленных свойств и признаков.

Подсистема — часть системы (подмножество элементов и их взаимосвязей), которая имеет свойства системы.

Надсистема — система, по отношению к которой рассматриваемая система является подсистемой.

Структура — отображение совокупности элементов системы и их взаимосвязей; понятие структуры отличается от понятия самой системы также тем, что при описании структуры принимают во внимание лишь типы элементов и связей без конкретизации значений их параметров.

Параметр — величина, выражающая свойство или системы, или ее части, или влияющей на систему среды. Обычно в моделях систем в качестве параметров рассматривают величины, не изменяющиеся в процессе исследования системы. Параметры подразделяют на внешние, внутренние и выходные, выражающие свойства элементов системы, самой системы, внешней среды соответственно. Векторы внутренних параметров, выходных параметров и внешних параметров обозначаются $\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $\mathbf{Y} = (y_1, y_2, \dots, y_m)$, $\mathbf{Q} = (q_1, q_2, \dots, q_k)$ соответственно.

Фазовая переменная — величина, характеризующая энергетическое или информационное наполнение элемента или подсистемы.

Состояние — совокупность значений фазовых переменных, зафиксированных в одной временной точке процесса функционирования.

Поведение (динамика) системы — изменение состояния системы в процессе функционирования.

Система без последействия — ее поведение при $t > t_0$ определяется заданием состояния в момент t_0 и вектором внешних воздействий $\mathbf{Q}(t)$. В системах с последействием, кроме

того, нужно знать предысторию поведения, т.е. состояния системы в моменты, предшествующие t_0 .

Вектор переменных \mathbf{V} , характеризующих состояние (вектор переменных состояния) — избыточное множество фазовых переменных, задание значений которых в некоторый момент времени полностью определяет поведение системы в дальнейшем (в автономных системах без последствия).

Пространство состояний — множество возможных значений вектора переменных состояния.

Фазовая траектория — представление процесса (зависимости $\mathbf{V}(t)$) в виде последовательности точек в пространстве состояний.

К характеристикам сложных систем часто относят следующие понятия:

Целенаправленность — свойство искусственной системы, выражающее назначение системы. Это свойство необходимо для оценки эффективности вариантов системы.

Целостность — свойство системы, характеризующее взаимосвязанность элементов и наличие зависимости выходных параметров от параметров элементов, при этом большинство выходных параметров не является простым повторением или суммой параметров элементов.

Иерархичность — свойство сложной системы, выражающее возможность и целесообразность ее иерархического описания, т.е. представления в виде нескольких уровней, между компонентами которых имеются отношения целое-часть.

Моделирование имеет две четко различимые задачи:

- 1) создание моделей сложных систем (в англоязычном написании — modeling);
- 2) анализ свойств систем на основе исследования их моделей (simulation).

Синтез также подразделяют на две задачи:

- 1) синтез структуры проектируемых систем (структурный синтез);
- 2) выбор численных значений параметров элементов систем (параметрический синтез).

Эти задачи относятся к области принятия проектных решений.

Моделирование и оптимизацию желательно выполнять с учетом статистической природы систем. Детерминированность — лишь частный случай. При проектировании характерны нехватка достоверных исходных данных, неопределенность условий принятия решений. Учет статистического характера данных при моделировании в значительной мере основан на методе статистических испытаний (методе Монте-Карло), а принятие решений — на использовании нечетких множеств, экспертных систем, эволюционных вычислений.

Тема 1.2. Уровни и стадии проектирования.

Уровни проектирования:

При использовании блочно-иерархического подхода к проектированию представления о проектируемой системе расчлениают на иерархические уровни. На верхнем уровне используют наименее детализированное представление, отражающее только самые общие черты и особенности проектируемой системы. На следующих уровнях степень подробности описания возрастает, при этом рассматривают уже отдельные блоки системы, но с учетом воздействий на каждый из них его соседей. Такой подход позволяет на каждом иерархическом уровне формулировать задачи приемлемой сложности, поддающиеся решению с помощью имеющихся средств проектирования. Разбиение на уровни должно быть таким, чтобы документация на блок любого уровня была обозрима и воспринимается одним человеком.

Блочно-иерархический подход есть декомпозиционный подход (его можно назвать также диакоптическим), который основан на разбиении сложной задачи большой размерности на последовательно и (или) параллельно решаемые группы задач малой размерности, что существенно сокращает требования к используемым вычислительным ресурсам или время решения задач.

Можно говорить не только об иерархических уровнях спецификаций, но и об иерархических уровнях проектирования, понимая под каждым из них совокупность спецификаций некоторого иерархического уровня совместно с постановками задач, методами получения описаний и решения возникающих проектных задач.

Список иерархических уровней в каждом приложении может быть специфичным, но для большинства приложений характерно следующее наиболее крупное выделение уровней:

системный уровень, на котором решают наиболее общие задачи проектирования систем, машин и процессов; результаты проектирования представляют в виде структурных схем, генеральных планов, схем размещения оборудования, диаграмм потоков данных и т.п.;

макроуровень, на котором проектируют отдельные устройства, узлы машин и приборов; результаты представляют в виде функциональных, принципиальных и кинематических схем, сборочных чертежей и т.п.;

микроуровень, на котором проектируют отдельные детали и элементы машин и приборов.

В каждом приложении число выделяемых уровней и их наименования могут быть различными. Так, в радиоэлектронике микроуровень часто называют компонентным, макроуровень — *схемотехническим уровнем*. Между схемотехническим и системным уровнями вводят уровень, называемый *функционально-логическим уровнем*. В вычислительной технике системный уровень подразделяют на уровни проектирования ЭВМ (вычислительных систем) и вычислительных сетей. В машиностроении имеются уровни деталей, узлов, машин, комплексов.

В зависимости от последовательности решения задач иерархических уровней различают нисходящее, восходящее и смешанное проектирование (стили проектирования). Последовательность решения задач от нижних уровней к верхним характеризует *восходящее проектирование*, обратная последовательность приводит к *нисходящему проектированию*, в смешанном стиле имеются элементы как восходящего, так и нисходящего проектирования. В большинстве случаев для сложных систем предпочитают нисходящее проектирование. Отметим однако, что при наличии заранее спроектированных составных блоков (устройств) можно говорить о смешанном проектировании.

Неопределенность и нечеткость исходных данных при нисходящем проектировании (так как еще не спроектированы компоненты) или исходных требований при восходящем проектировании (поскольку ТЗ имеется на всю систему, а не на ее части) обуславливают необходимость прогнозирования недостающих данных с последующим их уточнением, т.е. последовательного приближения к окончательному решению (итерационность проектирования).

Наряду с декомпозицией описаний на иерархические уровни применяют разделение представлений о проектируемых объектах на аспекты.

Аспект описания (страта) — описание системы или ее части с некоторой оговоренной точки зрения, определяемой функциональными, физическими или иного типа отношениями между свойствами и элементами.

Различают аспекты функциональный, информационный, структурный и поведенческий (процессный). Функциональное описание относят к функциям системы и чаще всего представляют его функциональными схемами. Получение функциональных описаний часто называют *функциональным проектированием*.

Информационное описание включает в себя основные понятия предметной области (сущности), словесное пояснение или числовые значения характеристик (атрибутов) используемых объектов, а также описание связей между этими понятиями и характеристиками. Информационные модели можно представлять графически (графы, диаграммы сущность-отношение), в виде таблиц или списков. Получение информационных описаний часто называют информационным проектированием или применительно к созданию баз данных — инфологическим проектированием.

Структурное описание относится к морфологии системы, характеризует составные части системы и их межсоединения и может быть представлено структурными схемами, а также различного рода конструкторской документацией. Получение конструкторской документации, т.е. описание геометрических форм изделий, состава компонентов и их пространственного размещения, называют *конструкторским проектированием*.

Поведенческое описание характеризует процессы функционирования (алгоритмы) системы и (или) технологические процессы создания системы. Разработка алгоритмов и

программного обеспечения систем является предметом *алгоритмического проектирования*, а разработка технологических процессов изготовления изделий — предметом *технологического проектирования*.

Иногда аспекты описаний связывают с подсистемами, функционирование которых основано на различных физических процессах.

Отметим, что в общем случае выделение страт может быть неоднозначным. Так, помимо указанного подхода, очевидна целесообразность выделения таких аспектов, как функциональное (разработка принципов действия, структурных, функциональных, принципиальных схем), конструкторское (определение форм и пространственного расположения компонентов изделий), алгоритмическое (разработка алгоритмов и программного обеспечения) и технологическое (разработка технологических процессов) проектирование систем. Примерами страт в случае САПР могут служить также рассматриваемые далее виды обеспечения автоматизированного проектирования.

Стадии проектирования:

Стадии проектирования — наиболее крупные части проектирования, как процесса, развивающегося во времени. В общем случае выделяют стадии *научно-исследовательских работ* (НИР), эскизного проекта или опытно-конструкторских работ (ОКР), технического, рабочего проектов, испытаний опытных образцов или опытных партий. Стадию НИР иногда называют предпроектными исследованиями или стадией технического предложения. Очевидно, что по мере перехода от стадии к стадии степень подробности и тщательность проработки проекта возрастают, и рабочий проект уже должен быть вполне достаточным для изготовления опытных или серийных образцов. Близким к определению стадии, но менее четко оговоренным понятием, является понятие этапа проектирования. Проектирование на начальных этапах, в процессе которого принимаются принципиальные проектные решения по облику и принципам действия проектируемых устройств и систем, называют *концептуальным проектированием*.

Стадии (этапы) проектирования подразделяют на составные части, называемые *проектными процедурами*. Примерами проектных процедур могут служить подготовка детализовочных чертежей, анализ кинематики, моделирование переходного процесса, оптимизация параметров и другие проектные задачи. В свою очередь, проектные процедуры можно расчленить на более мелкие компоненты, называемые *проектными операциями*, например, при анализе прочности детали сеточными методами операциями могут быть построение сетки, выбор или расчет внешних воздействий, собственно моделирование полей напряжений и деформаций, представление результатов моделирования в графической и текстовой формах. Проектирование сводится к выполнению некоторых последовательностей проектных процедур — *маршрутов проектирования*.

Стремление сократить временные затраты на проектирование привело к разработке методик *параллельного проектирования* (совмещенного проектирования), при котором параллельно во времени решаются задачи, связанные друг с другом по входным и выходным данным таким образом, что для решения одной из них требуется знание результатов решения другой задачи. Поскольку эти результаты к началу процедуры параллельного проектирования еще не получены, в методике параллельного проектирования должны быть указаны способы задания еще не определенных значений параметров. Примерам параллельного проектирования могут служить параллельная разработка аппаратных и программных средств вычислительных систем или одновременная разработка самолета и средств его аэродромного обслуживания.

Иногда разработку технического задания на проектирование называют *внешним проектированием*, а реализацию ТЗ — *внутренним проектированием*.

В ТЗ на проектирование объекта указывают, по крайней мере, следующие данные:

- 1) Назначение объекта;
- 2) Условия эксплуатации. Наряду с качественными характеристиками (представленными в вербальной форме) имеются числовые параметры, называемые *внешними параметрами*, для которых указаны области допустимых значений. Примеры внешних параметров: температура окружающей среды, внешние силы, электрические напряжения, нагрузки и т.п.;

3) Требования к *выходным параметрам*, т.е. к величинам, характеризующим свойства объекта, интересующие потребителя. Эти требования выражены в виде *условий работоспособности*: $Y_i R T_i$, где Y_i — i -й выходной параметр, $R \in \{=, <, >, \leq, \geq\}$ — вид отношения; T_i — норма i -го выходного параметра. В случае, если R — отношение равенства, нужно задать требуемую точность выполнения равенства.

Примеры условий работоспособности:

- расход топлива на 100 км пробега автомобиля < 8 л;
- коэффициент усиления усилителя на средних частотах > 300 ;
- быстродействие процессора > 40 Мфлопс.

Тема 1.3. Модели и их параметры в САПР.

В автоматизированных проектных процедурах вместо еще не существующего проектируемого объекта оперируют некоторым квазиобъектом — *моделью*, которая отражает некоторые интересующие исследователя свойства объекта. Модель может быть физическим объектом (макет, стенд) или спецификацией. Среди моделей-спецификаций различают функциональные, поведенческие, информационные, структурные модели (описания). Эти модели называют *математическими моделями*, если они формализованы средствами аппарата и языка математики.

В свою очередь, математические модели могут быть геометрическими, топологическими, динамическими, логическими и т.п., если они отражают соответствующие свойства объектов. Наряду с математическими моделями при проектировании используют функциональные модели, информационные модели в виде диаграмм сущность-отношение, геометрические модели (чертежи). В дальнейшем, если нет специальной оговорки, под словом "модель" будем подразумевать математическую модель.

Математическая функциональная модель в общем случае представляет собой алгоритм вычисления вектора выходных параметров Y при заданных векторах параметров элементов (*внутренних параметров*) X и внешних параметров Q .

Математические модели могут быть символическими и численными. При использовании символических моделей оперируют не значениями величин, а их символическими обозначениями (идентификаторами). Численные модели могут быть *аналитическими моделями*, т.е. их можно представить в виде явно выраженных зависимостей выходных параметров Y от параметров внутренних X и внешних Q , или *алгоритмическими моделями*, в которых связь Y , X и Q задана неявно в виде алгоритма *моделирования*. Важнейший частный случай алгоритмических моделей — *имитационные модели*, они отображают процессы в системе при наличии внешних воздействий на систему. Другими словами, имитационная модель — это алгоритмическая поведенческая модель.

Классификацию математических моделей выполняют также по ряду других признаков.

Так, в зависимости от принадлежности к тому или иному иерархическому уровню выделяют модели уровней системного, функционально-логического, макроуровня (сосредоточенного) и микроуровня (распределенного).

По характеру используемого для описания математического аппарата различают модели лингвистические, теоретико-множественные, абстрактно-алгебраические, нечеткие, автоматные и т.п.

Например, на системном уровне преимущественно применяют модели систем массового обслуживания и сети Петри, на функционально-логическом уровне — автоматные модели на основе аппарата передаточных функций или конечных автоматов, на макроуровне — системы алгебро-дифференциальных уравнений, на микроуровне — дифференциальные уравнения в частных производных. Особое место занимают геометрические модели, используемые в системах конструирования.

Кроме того, введены понятия *полных моделей* и *макромоделей*, моделей статических и динамических, детерминированных и стохастических, аналоговых и дискретных, символических и численных.

Полная модель объекта в отличие от макромоделей описывает не только процессы на внешних выводах моделируемого объекта, но и внутренние для объекта процессы.

Статические модели описывают статические состояния, в них не присутствует время в качестве независимой переменной. Динамические модели отражают поведение системы, т.е. в них обязательно используется время.

Стохастические и детерминированные модели различаются в зависимости от учета или неучета случайных факторов.

Информационные модели относятся к информационной страте автоматизированных систем, их используют прежде всего при инфологическом проектировании баз данных (БД) для описания связей между единицами информации.

Наибольшие трудности возникают при создании моделей слабоструктурированных систем, что характерно прежде всего для системного уровня проектирования. Здесь значительное внимание уделяется экспертным методам. В теории систем сформулированы общие рекомендации по подбору экспертов при разработке модели, организации экспертизы, по обработке полученных результатов. Достаточно общий подход к построению моделей сложных слабоструктурированных систем выражен в методиках IDEF.

Обычно в имитационных моделях фигурируют величины, характеризующие состояние моделируемой системы и называемые *фазовыми переменными*. Так, на макроуровне имитационные модели представляют собой системы алгебро-дифференциальных уравнений

$$\Phi \left(\frac{d\mathbf{V}}{dt}, \mathbf{V}, t \right) = 0, \text{ при } t = 0, \mathbf{V} = \mathbf{V}_0, \quad (1)$$

где \mathbf{V} — вектор фазовых переменных; t — время; \mathbf{V}_0 — вектор начальных условий. К фазовым переменным можно отнести токи и напряжения в электрических системах, силы и скорости — в механических, давления и расходы — в гидравлических.

В *аналоговых моделях* фазовые переменные — непрерывные величины, в *дискретных моделях* — дискретные, в частном случае дискретные модели являются логическими (булевыми), в них состояние системы и ее элементов описывается булевыми величинами. В ряде случаев полезно применение *смешанных моделей*, в которых одна часть подсистем характеризуется аналоговыми моделями, другая — логическими.

Выходные параметры систем могут быть двух типов. Во-первых, это параметры-функционалы, т.е. функционалы зависимостей $\mathbf{V}(t)$ в случае использования (1). Примеры таких параметров: амплитуды сигналов, временные задержки, мощности рассеивания и т.п. Во-вторых, это параметры, характеризующие способность проектируемого объекта работать при определенных внешних условиях. Эти выходные параметры являются граничными значениями диапазонов внешних переменных, в которых сохраняется работоспособность объекта.

Тема 1.4. Типы САПР в области машиностроения.

Среди САД-систем в машиностроении (МСАД) различают системы нижнего, среднего и верхнего уровней. Это разделение возникло на рубеже 80-90-х годов прошлого века. Системами нижнего уровня (или легкими системами) стали называть сравнительно дешевые САПР, ориентированные на 2D-графику, т.е. на автоматизацию преимущественно чертежных работ. Техническим обеспечением легких САПР были персональные ЭВМ, в то время значительно уступавшие по своим возможностям рабочим станциям.

Системы верхнего уровня, называемые также *"тяжелыми"* САПР (или high-end), разрабатывались для реализации на рабочих станциях или мейнфреймах. Эти системы были более универсальными, но и дорогими, ориентированными на геометрическое твердотельное и поверхностное моделирование.

Оформление чертежной документации в них обычно осуществляется с помощью предварительной разработки трехмерных геометрических моделей. В дальнейшем системы, в которых 3D-моделирование ограничивалось лишь твердотельными моделями, т.е. занимавшие промежуточное положение между "легкими" и "тяжелыми" САПР, стали называть системами среднего уровня.

В настоящее время развитие САПР привело к тому, что во многих системах среднего уровня появились средства поверхностного моделирования, а возможности персональных ЭВМ стали приемлемыми для систем верхнего уровня. В результате изменились принципы, по которым различают тяжелые и средние системы. Тяжелыми теперь называют системы CAE/CAD/CAM/PDM, т.е. системы с возможностями конструкторского и технологического проектирования, инженерного анализа, управления проектными данными и с расширенным составом специализированных программных модулей в подсистемах CAD и CAM. В отличие от них, системы среднего уровня теперь называют также серийными, mainstream или mid-range.

К классу high-end систем сегодня CATIA, Unigraphics NX, ProEngineer, а к mainstream системам - SolidWorks, SolidEdge, Inventor и ряд других.

Системы одного уровня по своим функциональным возможностям приблизительно равноценны, новые достижения, появившиеся в одном из программно-методических комплексов САПР, в скором времени реализуются в новых версиях других комплексов.

В САПР крупных предприятий обычно используют программы разных уровней. Связано это с тем, что более 80% всех процедур конструирования можно выполнить на CAD-системах нижнего и среднего уровней, кроме того, "тяжелые" системы дороги. Поэтому предприятие приобретает лишь ограниченное число экземпляров (лицензий) программы верхнего уровня, а большинство клиентских рабочих мест обеспечивается экземплярами программ нижнего или среднего уровней. При этом возникает проблема обмена информацией между разнотипными CAD-системами. Она решается путем использования языков и форматов, принятых в CALS-технологиях, хотя для неискаженной передачи геометрических данных с помощью промежуточных унифицированных языков приходится преодолевать определенные трудности.

Основные функции CAD-систем:

Функции CAD-систем в машиностроении подразделяют на функции двухмерного (2D) и трехмерного (3D) проектирования. К функциям 2D относят черчение, оформление конструкторской документации; к функциям 3D — получение трехмерных геометрических моделей, метрические расчеты, реалистичную визуализацию, взаимное преобразование 2D и 3D моделей. Трехмерные модели представляют в виде описания поверхностей, ограничивающих деталь, или указанием элементов пространства, занимаемых телом детали. Модели поверхностей сложной формы получают с помощью разновидностей *кинематического метода*, к которым относят вытягивание заданного плоского контура по нормали к его плоскости, протягивание контура вдоль произвольной пространственной кривой, вращение контура вокруг заданной оси, натягивание поверхности между несколькими заданными сечениями. В случае построения скульптурных поверхностей, проходящих через заданные точки пространства, применяют модели в форме Безье, а при требованиях высокой гладкости поверхности — модели в форме B-сплайнов. Синтез моделей сборок выполняют применением операций позиционирования и теоретико-множественных операций пересечения, объединения, вычитания к библиотечным элементам и вновь созданным моделям комплектующих деталей. В ряде систем предусмотрено также выполнение операций компоновки и размещения оборудования, проведения соединительных трасс и т.п.

К важным характеристикам CAD-систем относятся *параметризация* и *ассоциативность*. Параметризация подразумевает использование геометрических моделей в параметрической форме, т.е. при представлении части или всех параметров объекта не константами, а переменными. *Параметрическая модель*, находящаяся в базе данных, легко адаптируется к разным конкретным реализациям и потому может использоваться во многих конкретных проектах. При этом появляется возможность включения параметрической модели детали в модель сборочного узла с автоматическим определением размеров детали, диктуемых пространственными ограничениями. Эти ограничения в виде математических зависимостей между частью параметров сборки отражают ассоциативность моделей.

Параметризация и ассоциативность играют важную роль при проектировании конструкций узлов и блоков, состоящих из большого числа деталей. Действительно,

изменение размеров одних деталей оказывает влияние на размеры и расположение других. Благодаря параметризации и ассоциативности изменения, сделанные конструктором в одной части сборки, автоматически переносятся в другие части, вызывая изменения соответствующих геометрических параметров в этих частях.

Корректный синтез и редактирование 3D твердотельных моделей изделий возможны с помощью нескольких методов.

Наиболее очевидный метод — задание проектировщиком изделия ограничений и условий, накладываемых на параметры модели и отражающих требования непересечения тел, соосности отверстий, компланарности, перпендикулярности и т.п.

В большинстве современных МСАД используется метод, основанный на использовании *дерева построения* модели. Деревом построения называют историю моделирования сборки, другими словами, последовательность операций создания модели, упорядоченную по времени их совершения. Согласно этому методу внесение изменений в ту или иную часть модели подразумевает переход в ту вершину дерева, которая соответствует изменяемой части, и после внесения изменений повторное выполнение всех последующих операций синтеза.

Третий способ - *синхронное моделирование*, основанное на автоматическом определении, благодаря применению экспертных систем, тех ограничений, которые в первом методе задаются пользователем. В результате упрощается работа конструктора, не требуются затраты времени на перестроение дерева модели.

Основные функции САЕ-систем:

Функции САЕ-систем довольно разнообразны, так как связаны с проектными процедурами анализа, моделирования, оптимизации проектных решений. В состав машиностроительных САЕ-систем прежде всего включают программы для выполнения следующих процедур:

моделирование полей физических величин, в том числе анализ прочности, который чаще всего выполняется в соответствии с МКЭ;

расчет состояний моделируемых объектов и переходных процессов в них средствами макроуровня;

имитационное моделирование сложных производственных систем на основе моделей массового обслуживания и сетей Петри.

Основными частями программ анализа с помощью МКЭ являются библиотеки конечных элементов, препроцессор, решатель и постпроцессор.

Библиотеки конечных элементов (КЭ) содержат модели КЭ — их матрицы жесткости. Очевидно, что модели КЭ будут различными для разных задач (анализ упругих или пластических деформаций, моделирование полей температур, электрических потенциалов и т.п.), разных форм КЭ (например, в двумерном случае — треугольные или четырехугольные элементы), разных наборов координатных функций.

Исходные данные для препроцессора — геометрическая модель объекта, чаще всего получаемая из подсистемы конструирования. Основная функция препроцессора — представление исследуемой среды (детали) в сеточном виде, т.е. в виде множества конечных элементов.

Решатель — программа, которая ассемблирует (собирает) модели отдельных КЭ в общую систему алгебраических уравнений и решает эту систему одним из методов разреженных матриц.

Постпроцессор служит для визуализации результатов решения в удобной для пользователя форме. В машиностроительных САПР это графическая форма. Пользователь может видеть исходную (до нагружения) и деформированную формы детали, поля напряжений, температур, потенциалов и т.п. в виде цветных изображений, в которых палитра цветов или интенсивность свечения характеризуют значения фазовой переменной.

Основные функции САМ-систем: разработка технологических процессов, синтез управляющих программ для технологического оборудования с ЧПУ, моделирование процессов обработки, в том числе построение траекторий относительного движения инструмента и заготовки в процессе обработки, генерация постпроцессоров для конкретных типов оборудования с ЧПУ, расчет норм времени обработки.

Исходными данными для составления программ для станков с ЧПУ являются результаты конструкторского проектирования, поступающие из САД. Но возможно программирование и при наличии в качестве исходных данных лишь чертежа детали и параметров технологического процесса.

При программировании определяют и кодируют геометрию заготовки, траектории движения подвижных органов станка и параметры обработки. Для этих целей используют специализированные языки, примером которых может служить язык АРТ (Automatically Programmed Tools), относящийся к языкам высокого уровня. В языке АРТ имеются следующие группы команд:

идентифицирующие — для указания названия обрабатываемой детали и типа используемого постпроцессора;

геометрические — для указания геометрических особенностей детали;

управляющие перемещениями режущего инструмента;

управляющие режимами обработки (определяющие скорость подачи, скорость вращения шпинделя, включение охлаждения и т.п.);

дополнительные (например, выбор инструмента).

Примеры команд АРТ:

P5 = POINT/0.0. 2.5. 0.4 — задание точки P5 с координатами X=0, Y=2,5, Z=0,4.

GOTO/P7 — перемещение в точку P7.

FEDRAT/6.0 — задание скорости подачи 6 дюйм/мин.

Полученный исходный код на языке АРТ преобразуется в программу перемещений инструмента, управления подачей и т.п., представляемую в виде аппаратно независимого файла CLData (Cutter Location Data). Файл CLData поступает в постпроцессор, который переводит программу на язык, требуемый для конкретного типа контроллера. Этими языками пользуются не профессиональные программисты, а заводские технологи, поэтому желательно, чтобы языки были достаточно простыми, построенными на визуальных изображениях ситуаций. Во многих системах дополнительно используются различные схемные языки. Ряд языков стандартизован и представлен в международном стандарте ИЕС 1131-3.

Особое место в САД/САМ-системах занимает процедура прототипирования — изготовления прототипов деталей или шаблонов, по которым детали будут изготавливаться. Прототипирование — непосредственная реализация разработанной геометрической модели.

Для прототипирования широко используется стереолитография, основанная на построении трехмерного объекта из ряда слоев фотополимера, избирательно отверждаемого при облучении.

Процесс стереолитографии реализуется с помощью установки, в которой имеется ванна с жидким полимером и вертикально перемещаемая платформа. Платформа при формировании очередного слоя прототипа располагается ниже поверхности жидкого полимера на толщину одного слоя. Луч лазера перемещается по участку поверхности, повторяющему форму сечения прототипа. Этот участок затвердевает. Последовательно слой за слоем, начиная с нижнего слоя, формируется твердый прототип.

Процесс стереолитографии может быть использован для окончательного изготовления детали, если для нее полимер является подходящим материалом.

Наряду с стереолитографией используются и другие способы прототипирования, например, ламинирование (LOM — Laminated Object Manufacturing), основанное на последовательном склеивании слоев рабочего материала, поступающего в форме рулона. В установке ламинирования лазер вырезает слой по форме требуемого сечения.

Раздел 2. Автоматизация графических работ в среде КОМПАС-3D.

Тема 2.1. Основы работы в системе КОМПАС-3D.

Компас — семейство систем автоматизированного проектирования с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС. Разрабатывается российской компанией «Аскон». Название линейки является акронимом от фразы «комплекс автоматизированных систем», в торговых марках

используется написание заглавными буквами — «КОМПАС». Система ориентирована на поддержку стандартов ЕСКД и СПДС. Возможности Программы данного семейства автоматически генерируют ассоциативные виды трёхмерных моделей (в том числе разрезы, сечения, местные разрезы, местные виды, виды по стрелке, виды с разрывом). Все они ассоциированы с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения на чертеже. Стандартные виды автоматически строятся в проекционной связи. Данные в основной надписи чертежа (обозначение, наименование, масса) синхронизируются с данными из трёхмерной модели. Имеется возможность связи трёхмерных моделей и чертежей со спецификациями, то есть при «надлежащем» проектировании спецификация может быть получена автоматически; кроме того, изменения в чертеже или модели будут передаваться в спецификацию, и наоборот. Существует большое количество дополнительных библиотек к программам семейства, автоматизирующих различные специализированные задачи. Например, библиотека стандартных изделий позволяет добавлять уже готовые стандартные детали в трёхмерные сборки (крепежные изделия, подшипники, элементы трубопроводов, шпонки, уплотнения), а также графические обозначения стандартных элементов на чертежи (обозначения отверстий), предоставляя возможность задания их параметров.

Система «Компас-3D» предназначена для создания трёхмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства. Ключевой особенностью «Компас-3D» является использование собственного математического ядра и параметрических технологий, разработанных специалистами АСКОН.

Основные компоненты КОМПАС-3D — система трёхмерного моделирования, чертежно-графический редактор, система проектирования спецификаций и текстовый редактор. Все модули тесно интегрированы друг с другом. Справочники и прикладные библиотеки подключаются к системе по мере необходимости. Интерфейс 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. Главное окно системы Заголовок. Расположен в самой верхней части окна. В нем отображается название программы, номер ее версии и имя текущего документа. 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 работы с переменными. В графических документах служит для работы с переменными и уравнениями, в документах-моделях — для работы с переменными и выражениями. Менеджер библиотек. Служит для работы с КОМПАС-библиотеками. 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 чертежа (модели) и связи между ее элементами и компонентами. Может располагаться только внутри окна документа. Контекстная панель. Отображается на экране при выделении объектов документа и содержит кнопки вызова наиболее часто используемых команд редактирования. Набор команд на панели зависит от типа выделенного объекта и типа документа. Контекстное меню — меню, состав команд в котором зависит от совершаемого пользователем действия. В нем находятся те команды, выполнение которых возможно в данный момент. Вызов Контекстного меню осуществляется щелчком правой кнопки мыши на поле документа, элементе графического изображения или интерфейса системы в любой момент работы. Заголовок и Главное меню системы постоянно присутствуют на экране. Отображением остальных элементов интерфейса управляет пользователь. Команды включения и отключения элементов экрана расположены в меню Вид — Панели инструментов. В зависимости от объекта, с которым

ведется работа, или текущего процесса Панель свойств может иметь одну или несколько вкладок с элементами управления.

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.

Стандартная панель. Расположена в верхней части окна системы под Главным меню. На этой панели расположены кнопки вызова стандартных команд операций с файлами и объектами. – Панель Вид. Где расположены кнопки, которые позволяют управлять изображением: изменять масштаб и перемещать изображение. Панель Текущее состояние находится в верхней части окна сразу над окном документа. Состав панели определяется режимом работы системы. Например, в режиме работы с чертежом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т.д.

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. Панель, отображение которой включено, может находиться в «плавающем» или зафиксированном состоянии.

«Плавающая» панель может располагаться в любом месте экрана, а зафиксированная — только внутри окна КОМПАС-3D с прикреплением к какой-либо его границе. Чтобы зафиксировать панель рядом с границей окна, «перетащите» ее за заголовок к этой границе. Чтобы вернуть панель в «плавающее» состояние, выполните обратное действие — «перетащите» ее в направлении центра окна. При необходимости вы можете создать пользовательские инструментальные панели и разместить на них кнопки любых команд. 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 Отрезок панели Геометрия, содержит команды построения отрезков различными способами: параллельного, перпендикулярного, касательного к кривой и других. Кнопки, позволяющие вызвать расширенную панель команд, отмечены маленьким черным треугольником в правом нижнем углу. Расширенная панель команд может быть преобразована в отдельную панель, имеющую обобщенный заголовок. Чтобы отделить расширенную панель от инструментальной, выполните 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. Отделенные расширенные панели не могут включаться в состав компактных панелей; в расширенных панелях нельзя изменять состав кнопок и порядок их расположения. Одни и те же команды на отделенных расширенных панелях и инструментальных панелях являются равноправно доступными для вызова. В то же время расширенные панели могут использоваться в отсутствие на экране инструментальной панели, из которой они созданы.

Компактные панели 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. Вы можете изменять состав системной компактной панели. Рядом с кнопками переключения находятся маркеры перемещения. Чтобы извлечь из системной компактной панели какую-либо инструментальную панель, «перетащите» соответствующий ей маркер мышью за пределы системной компактной панели.

Настройка интерфейса: чтобы приступить к настройке интерфейса, вызовите команду Сервис — Настройка интерфейса. На экране появится настроечный диалог с раскрытым разделом Экран — Настройка интерфейса. Раздел содержит следующие пункты: – Команды, – Панели инструментов, – Утилиты, – Клавиатура, – Меню, – Параметры, – Размер значков. При выборе каждого из этих пунктов в правой части вкладки появляется диалог, наименование которого соответствует пункту раздела. Элементы управления, расположенные в диалогах, позволяют выполнить необходимые настройки. Порядок настройки интерфейса КОМПАС-3D во многом аналогичен порядку настройки других приложений Windows. Вы можете изменять положение команд и их групп на панелях инструментов и в меню, «перетаскивая» их мышью. Контекстное меню команды (кнопки) позволяет осуществить дополнительную настройку (изменить название команды, ее пиктограмму и т.п.), а также удалить выбранный элемент. Кнопка Сбросить все в диалоге Панели инструментов позволяет привести все меню и панели в состояние по умолчанию. Настройка размеров значков Размер значков команд меню и кнопок вызова команд на панелях инструментов можно изменять. Для этого выберите пункт Размер значков. Раскрывающийся список Размер значков на инструментальных панелях позволяет задать размер кнопок вызова команд и значков на них. Раскрывающийся список Размер значков в меню позволяет задать размер значков команд меню системы КОМПАС-3D. Вид приложения Вы можете выбрать стиль отображения элементов окна системы в специальном диалоге. Этот диалог появляется на экране после первого запуска системы КОМПАС-3D или после вызова команды Сервис — Вид приложения... Настройка цветов КОМПАС-3D позволяет настроить цвета, используемые для отображения документов на экране. Чтобы настроить цвет фона для графических, текстовых документов и спецификаций, вызовите команду Сервис — Параметры... — Система — Экран — Фон рабочего поля. В появившемся диалоге вы можете задать цвет фона документов и цвет фона редактирования текста. Чтобы настроить цвет курсора, вызовите команду Сервис — Параметры... — Система — Графический редактор — Курсор. В появившемся диалоге вы можете задать цвет курсора: инверсный или цветной, а также включить или выключить обрaмление линий курсора белым цветом. Чтобы настроить цвета элементов, отображаемых в окне документа, вызовите команду Сервис — Параметры... — Система — Экран — Цветовая схема. В появившемся диалоге вы можете настроить цвета отображения элементов документа (эти элементы создает пользователь: кривые, точки, штриховки ит.д.) и элементов системы.

Управление окнами документов КОМПАС-3D позволяет работать одновременно с несколькими различными документами. Каждый документ, который создается вновь или открывается для редактирования, отображается в отдельном окне. 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 +, а для произвольного — команды меню Окно. Кроме того, для выбора текущего документа можно пользоваться закладками 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. 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.

Чертеж – основной тип графического документа в КОМПАС-3D. Чертеж содержит один или несколько видов с графическим изображением изделия, основную надпись, рамку, иногда — дополнительные элементы оформления (знак неуказанной шероховатости, технические требования и т.д.). Чертеж может содержать один или несколько листов. Для каждого листа можно задать формат, кратность, ориентацию и др. свойства. Файл чертежа имеет расширение `cdw`.

В системе КОМПАС-3D чертежи можно создать двумя способами:

- 1) вручную средствами чертежного редактора;
- 2) автоматически по трехмерной модели, построенной средствами системы трехмерного моделирования.

Фрагмент – вспомогательный тип графического документа в КОМПАС-3D. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления. Он используется для хранения изображений, которые не нужно оформлять как отдельный лист (эскизные прорисовки, разработки и т.д.). Кроме того, во фрагментах можно хранить созданные типовые решения для последующего использования в других документах. Файл фрагмента имеет расширение `ftw`.

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. В документ можно вставить фрагмент КОМПАС, растровое изображение различных форматов, таблицы. Текстовый документ оформляется рамкой и основной надписью. Он часто бывает многостраничным. В текстовом документе можно создавать пояснительные записки, извещения, технические условия и т.п. Файл текстового документа имеет расширение `kdw`.

Деталь – трехмерная 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 `azd`.

При работе со спецификацией или с текстовым документом на экране не показываются панели, отвечающие за черчение, редактирование и оформление графических документов. Инструментальные панели при работе с чертежом: – Геометрия.

При работе с графическими документами на Панели переключения по умолчанию активна кнопка Геометрия и открыта одноименная инструментальная панель. На этой панели расположены команды, с помощью которых можно создавать графические объекты: точки, вспомогательные прямые, отрезки, окружности и т.д. – Размеры. На панели Размеры расположены команды, с помощью которых в графических документах можно проставлять размеры: линейные, диаметральные, радиальные и т.д. – Обозначения. На панели Обозначения расположены кнопки команд, позволяющих оформить графический документ: сделать текстовые надписи, создать таблицы, проставить знаки шероховатости поверхностей, обозначения баз и т.д. – Обозначения для строительства. На панели Обозначения для строительства расположены кнопки дополнительных команд, которые используются при оформлении строительных чертежей. – Редактирование. Команды инструментальной панели Редактирование позволяют изменять графическое изображение: перемещать, вращать, копировать, делать зеркальные копии и т.д. –

Геометрическая характеристика листа – формат. Она включает в себя собственно формат (A1, A2 и т.д), а также кратность и ориентацию. Если чертеж включает несколько листов, то для каждого из них можно задать собственный формат, а также выбрать нужный тип основной надписи. Основной инструмент, предназначенный для управления параметрами чертежа, — Менеджер документа.

Листы Каждый лист отображается в чертеже в виде внешней и внутренней рамок формата с основной надписью. Все листы одного чертежа показываются на экране одновременно. Они располагаются вплотную друг к другу слева направо в порядке создания. Листы никак не связаны с изображением, хранящимся в чертеже. Условно можно считать их лежащими в специальном слое, который расположен поверх всех графических объектов. Поэтому при удалении листа изображение, находившееся «под ним», остается на своем прежнем месте, а рамка вокруг него и соответствующая основная надпись исчезают. При создании нового чертежа в нем автоматически создается первый лист. При необходимости вы можете добавить листы. Это можно сделать в любой момент работы над чертежом. Также в любое время можно изменить параметры любого листа. Основная надпись и формат листа Таблица основной надписи является одним из элементов оформления листа. В оформление также входят внешняя и внутренняя рамки. Оформления, поставляемые с КОМПАС-3D, хранятся в библиотеках — файлах *.lyt, расположенных в подкаталоге \Sys главного каталога системы. Основная библиотека оформлений, используемая при создании документов, — graphic.lyt. Возможно также формирование пользовательских библиотек оформлений. Благодаря тому, что каждому листу присвоено оформление, не нужно вычерчивать рамки и таблицы основной надписи. По умолчанию первый лист чертежа, созданного без шаблона, имеет оформление Чертеж конструкторский. Первый лист. ГОСТ 2.104-68, а новые (добавляемые) листы — Чертеж конструкторский. Последующие листы. ГОСТ 2.104-68. Формат листов, по умолчанию, — A4. Если чертеж создан по шаблону, то количество листов в нем и их оформление соответствуют шаблону. Вне зависимости от способа создания чертежа возможно изменить оформление и формат любого его листа. Для этого необходимо выполнить следующие действия: – вызвать Менеджер документа; – активизировать объект Листы в Дереве листов, видов и слоев Менеджера документа. В Списке листов, видов и слоев перечислены листы чертежа в порядке создания и показаны свойства листов.

КОМПАС-3D предоставляет пользователю разнообразные приемы работы с видами. Практически для каждого приема предусмотрено несколько способов выполнения.

Тема 2.2. Создание сборочного чертежа и спецификации разъемного соединения.

Сборочный чертёж - вид конструкторской документации, документ, содержащий изображение, сборочной единицы и другие данные, необходимые для её сборки и контроля.

Требования к выполнению сборочных чертежей установлены в ГОСТ 2.109 (ЕСКД. Основные требования к чертежам).

Сборочный чертёж должен содержать:

Изображение сборочной единицы, которое даёт представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

Размеры, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу.

Указания о выполнении неразъёмных соединений.

Номера позиций составных частей, входящих в изделие.

Габаритные размеры изделия.

Установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

При необходимости — техническую характеристику изделия.

При необходимости — координаты центра масс.

Сборочный чертёж входит в основной комплект конструкторской документации.

Выполнение изображений на чертеже

Основные положения ГОСТ 2.109-73

Изображения предметов должны выполняться по методу проецирования на плоскости проекций. При этом предполагается, что предмет расположен между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Для аксонометрических (изометрических) проекций помимо прямоугольного проецирования, может применяться и косоугольное проецирование. ГОСТ 2.109-73 определяет основные требования к чертежу детали. Перечислим здесь некоторые из этих требований.

Чертеж должен быть простым и понятным. Он должен быть наглядным и давать четкое представление об изображаемом предмете: его форме, размерах и материале. На чертеже должны быть указаны технические требования, обозначения шероховатости неуказанных поверхностей и т.д.

Чертеж должен соответствовать листу формата чертежа (рамки и штампа) с указанием примененного масштаба. Исключением являются эскизы, при рисовании которых масштаб не соблюдается.

При выполнении чертежа должен соблюдаться метод прямоугольного проецирования. Число проекций должно быть достаточным для получения полного и однозначного представления о предмете.

Видимые контуры предметов выполняются основной (толстой) сплошной линией. Невидимые части детали изображаются штриховой линией. Ось детали рисуется осевой линией.

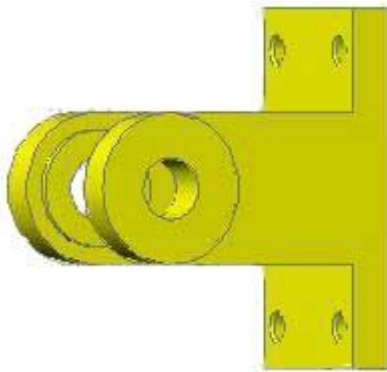


Рис. 1. Вилка

Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения. Количество изображений должно быть наименьшим, однако необходимо обеспечить полное представление о всех деталях предмета. С целью уменьшения количества изображений допускается на видах показывать и невидимые части предмета при помощи штриховых линий толщиной $s/2$ - $s/3$.

При разработке графического чертежа технические требования являются его неотъемлемой частью. В технические требования, в частности, записывают:

- неуказанные допуски на размеры;
- способы изготовления (например, сваркой из листа);
- технологические требования (например, недопустимость раковин);
- антикоррозионные или декоративные покрытия.

Виды:

Вид - изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. ГОСТ устанавливает следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций:

- 1 - вид спереди (главный вид);
- 2 - вид сверху;
- 3 - вид слева;
- 4 - вид справа;
- 5 - вид снизу;
- 6 - вид сзади.

Если виды смещены относительно главного вида, то они должны быть отмечены на чертеже надписью типа "Вид А". Направление взгляда должно быть указано стрелкой с соответствующей буквой. На плоскостях, не параллельных ни одной из плоскостей проекций, применяют *дополнительные виды*. Их также отмечают надписью типа "Вид Б". У связанного с дополнительным видом изображения предмета ставят стрелку с соответствующей буквой. Стрелка показывает направление взгляда.

На виде спереди следует давать максимально возможную информацию об изображаемом предмете. Детали целесообразно изображать по возможности в том положении, какое они занимают на *сборочном чертеже*. При этом детали, представляющие собой тела вращения, а также детали удлиненной формы предпочтительней изображать в горизонтальном положении, параллельно нижнему краю чертежа. На сборочных чертежах изделия или их составные части принято изображать в рабочем положении, занимаемом ими на месте установки.

Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования на несколько плоскостей проекций. За основные плоскости проекций принимаются шесть граней куба.

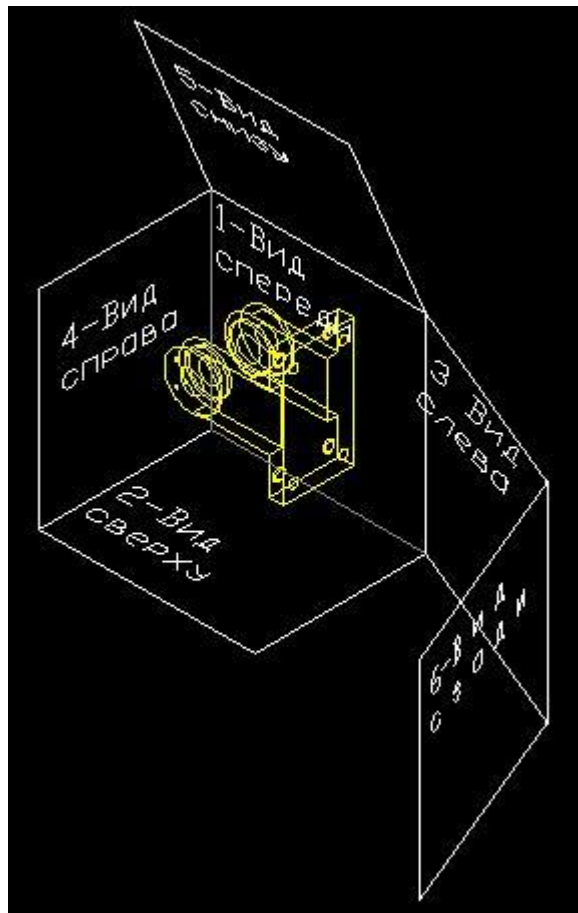
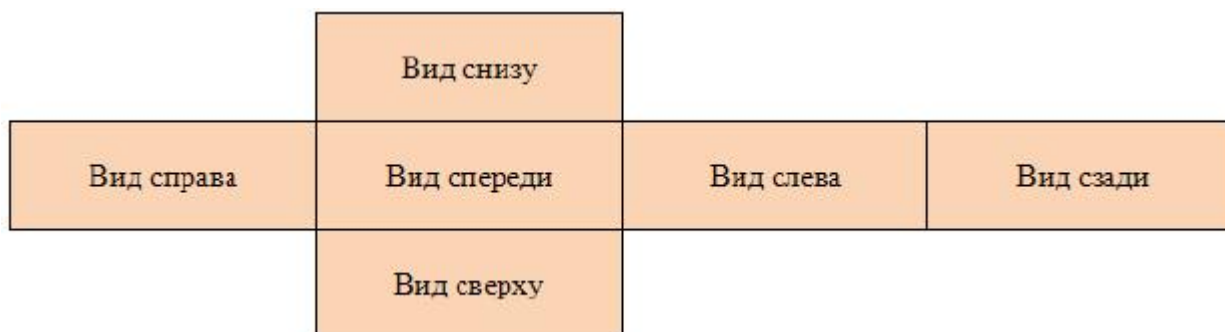


Рис.2. Основные плоскости проекции

На чертеже грани куба разворачивают на плоскости.

Изображение на *фронтальной* плоскости, т.е. *вид спереди*, принимается на чертеже в качестве *Главного вида*. Поэтому предмет следует располагать относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало бы наиболее полное представление о форме и размерах предмета.



На рис.3 показано расположение видов чертежа "Вилка" по стандарту 2.305-68. Изображение на фронтальной плоскости мы принимаем за Главный вид. Положение каждого вида в системе координат чертежа определяется точкой привязки и углом поворота.

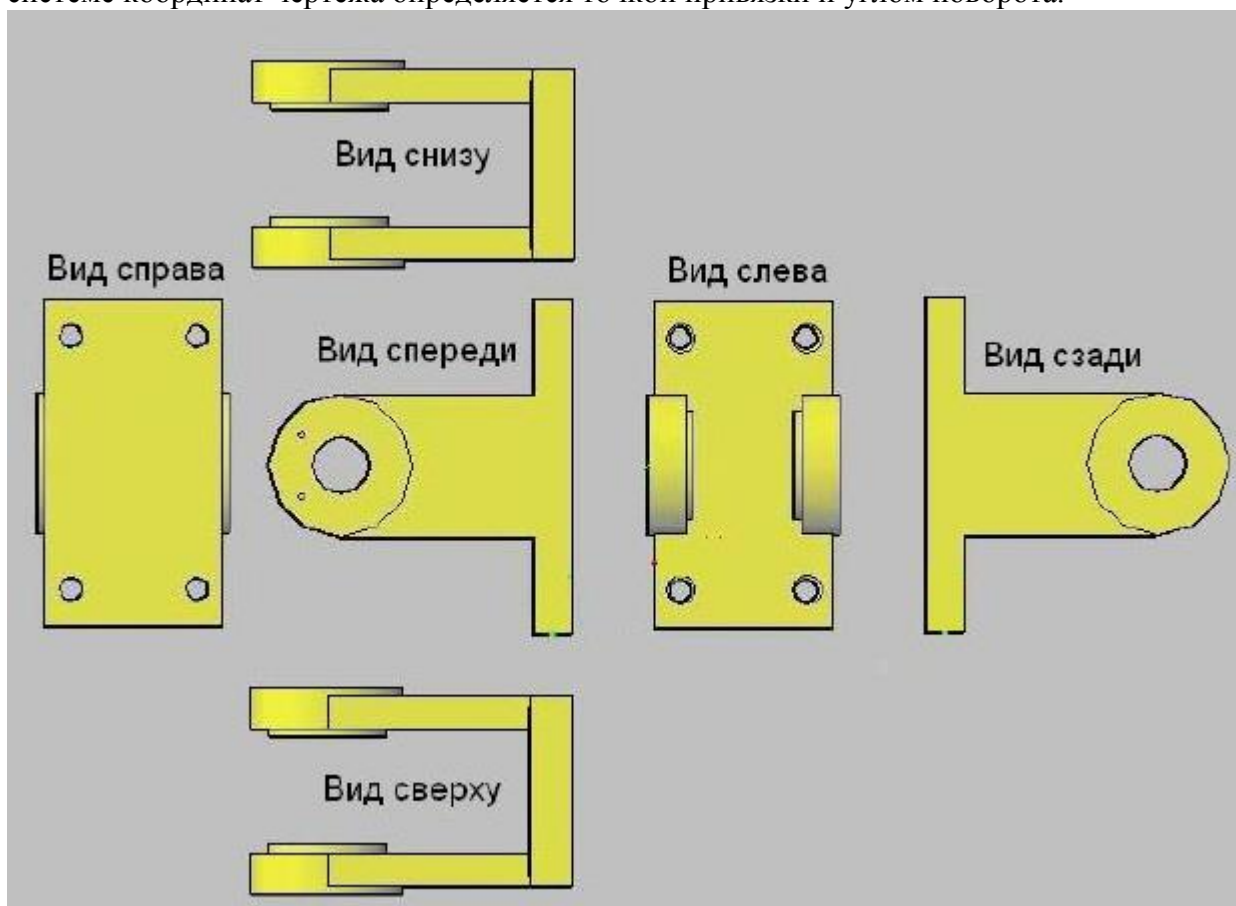


Рис. 3. Расположение видов чертежа "Вилка" по ГОСТ 2.305-68

В большинстве случаев показывают лишь три проекции: вид спереди (Главный вид), вид сверху и вид слева. В архитектурно-строительных чертежах они называются соответственно *фасад*, *план* и *профиль*.

Виды изделий и конструкторских документов.

Виды изделий.

ГОСТ 2.101-68 устанавливает виды изделий при выполнении конструкторской документации всех отраслей промышленности. *Изделием* называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащий изготовлению на предприятии. Изделия в зависимости от их назначения делят на *изделия основного производства* и на *изделия вспомогательного производства*. К изделиям основного производства следует относить изделия, предназначенные для поставки (реализации). К изделиям вспомогательного производства следует относить изделия, предназначенные только для собственных нужд предприятия, изготовляющего их.

Устанавливаются следующие виды изделий:

детали;

сборочные единицы;
комплексы;
комплекты.

Изделия, в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей, делят:
на *неспецифированные* (детали) - не имеющие составных частей;
на *специфированные* - состоящие из двух и более частей.

Деталь - это изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций. Примеры: вал из стали, фигурная прокладка из резины и др. К деталям относятся эти же изделия с защитными или декоративными покрытиями или изготовленные с применением местной сварки, пайки, склейки, сшивки и т.п. Примеры: винт хромированный, трубка, сваренная из одного куска листового материала. Части детали, имеющие определенное значение для конструкции, называются *элементами чертежа*: фаски, скругления, канавки, проточки, ребра и пр.

Сборочная единица - изделия, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями. Примеры сборочных операций: свинчивание, сочленение, клепка, сварка, пайка, опрессовка, развальцовка, склеивание, сшивка, укладка и т.п. Примеры *сборочных единиц*: автомобиль, станок, *вентиль*, сварной корпус, блок направляющей.

К сборочным единицам также относят:

изделия, для которых конструкцией предусмотрена разборка их на составные части предприятием-изготовителем, например, для удобства упаковки и транспортирования;
совокупность *сборочных единиц* и (или) деталей, имеющих общее функциональное назначение и совместно устанавливаемых на предприятии-изготовителе в другой *сборочной единице*, например, электрооборудование станка, комплект составных частей замка;

совокупность *сборочных единиц* и (или) деталей, имеющих общее функциональное назначение, совместно уложенных на предприятии-изготовителе в укладочные средства (футляр, коробку), которые предусмотрено использовать вместе с уложенными в них изделиями, например: готовальня, комплект концевых плоскопараллельных мер длины.

Комплекс - два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения *взаимосвязанных* эксплуатационных функций.

Каждое из этих специфицированных изделий, входящих в комплекс, служит для выполнения одной или нескольких основных функций, установленных для всего комплекса. Примеры: поточная линия станков с ЧПУ, изделие, состоящее из ракеты, пусковой установки и пульта управления.

Комплект - два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, представляющие набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение *вспомогательного* характера. Примеры: комплект запасных частей, инструмента и принадлежностей (ЗИП), комплект измерительной аппаратуры.

Виды конструкторских документов

ГОСТ 2.102-68 устанавливает виды и комплектность графических и текстовых конструкторских документов. Эти документы определяют состав и устройство изделия. Они содержат необходимые данные для разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. Документы подразделяются на следующие виды.

Чертеж детали - документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Сборочный чертеж - документ, содержащий изображение *сборочной единицы* и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Чертеж общего вида - документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Габаритный чертеж - документ, содержащий упрощенное контурное изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами.

Монтажный чертеж - документ, содержащий упрощенное контурное изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте

применения.

Схема

- документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Спецификация

- документ, определяющий состав *сборочной единицы*, комплекса или комплекта.

Ведомость спецификаций

- документ, содержащий перечень всех спецификаций составных частей изделия с указанием их количества и входимости.

Пояснительная записка

- документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений.

Технические условия

- документ, содержащий требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке. Как правило, это такие требования, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах (в частности, в чертежах).

Расчет

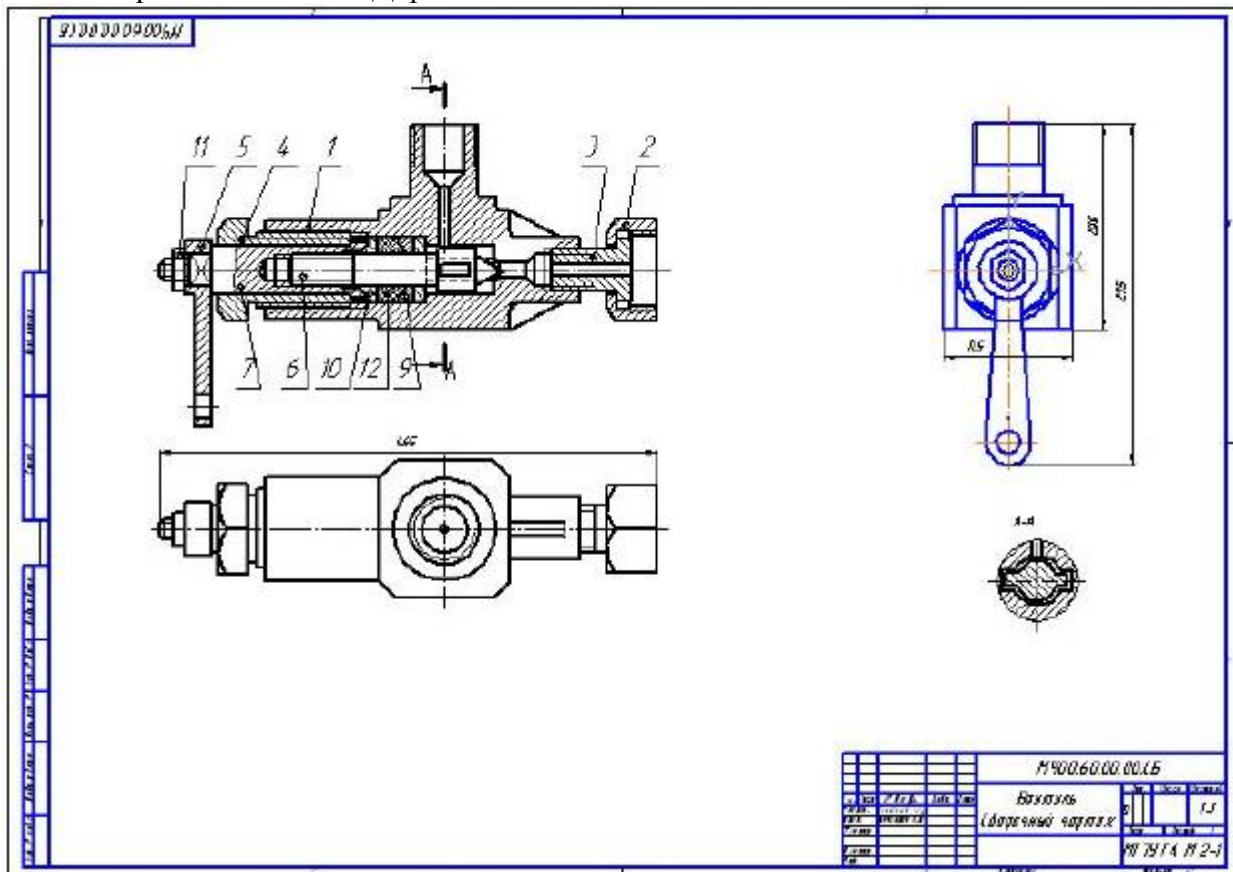
- документ, содержащий расчеты параметров и величин. Например, расчет размерных цепей, расчет на прочность.

Патентный формуляр

- документ, содержащий сведения о патентной чистоте объекта, а также о созданных и использованных при его разработке отечественных изобретениях.

Примеры *сборочных единиц*:

Рис.4 Сборочная единица "Дорожная машина"



Спецификация.

Требования к документу.

Сложное изделие описывается не только сборочным чертежом и деталями. Обычно на изделие выпускают технические условия, паспорт, инструкцию по эксплуатации и пр. Документом, определяющим состав *сборочной единицы*, комплекса или комплекта, является *спецификация*. Спецификация - это таблица, содержащая перечень всех составных частей, входящих в данное специфицируемое изделие. К спецификации относят и все конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его неспецифицируемым частям.

ГОСТ 2.106-96 устанавливает форму и порядок заполнения спецификации конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности. Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект по формам 1 (заглавный лист) и 1а (последующие листы). На заглавном листе основная надпись выполняется по форме 2, а на последующих листах - по форме 2а. Допускается создание раздела спецификации в самом чертеже над штампом. Это удобно при небольшом количестве деталей в сборке.

Спецификация состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

"Документация" - указывают "Габаритный чертеж", "Монтажный чертеж",

"Технические условия" и пр.;

"Комплексы" - если их нет, то раздел не указывают;

"Сборочные единицы";

"Детали";

"Стандартные изделия";

"Прочие изделия";

"Материалы";

"Комплекты".

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе "Наименование" и подчеркивают тонкой линией. Ниже каждого заголовка должна быть оставлена одна свободная строка. Выше заголовка должно быть две и более свободные строки (резервные строки).

Спецификация имеет следующие графы (столбцы таблицы или поля):

"Формат" - если деталь не имеет чертежа, то ставят БЧ;

"Зона" - указывают зону чертежа, в которой находится объект;

"Поз." - указывают порядковые номера составных частей;

"Обозначение" - в разделе "Документация" обозначение записываемых документов. В разделах "Стандартные изделия", "Прочие изделия", "Материалы" графу не заполняют;

"Наименование" - в разделе "Документация" указывают только наименование документов, например, "Технические условия", "*Сборочный чертеж*" и т.п.;

"Кол." - указывают количество на одно специфицируемое изделие;

"Примечание" - указывают дополнительные сведения об изделии.

Формат Лист Лист		Обозначение		Наименование		Кол	Приме- чание		
<i>Документация</i>									
A2		АЕКТ.620840.200 СБ		Сборочный чертёж					
A4		АЕКТ.620840.200 ПС		Паспорт					
<i>Сборочные единицы</i>									
A3	1	АЕКТ.620840.210		Указатель уровня	1				
A4	2	АЕКТ.620840.220		Насос	1				
<i>Детали</i>									
A2	6	АЕКТ.620840.201		Корпус	1				
A3	7	АЕКТ.620840.202		Крышка	1				
A4	8	АЕКТ.620840.203		Пробка	2				
A4	9	АЕКТ.620840.204		Защелка левая	1				
A4	10	АЕКТ.620840.205		Защелка правая	1				
A4	11	АЕКТ.620840.206		Решетка	2				
A4	12	АЕКТ.620840.206-05		Решетка	4				
A4	13	АЕКТ.620840.206-06		Решетка	1				
АЕКТ.620840.200									
Изм		Лист		№ докум		Подп		Дата	
Разработ		Курсенов							
Листов		Ижикиреев							
Нижинский		Савина							
Утв									
Фильтр						Лист 1		Листов 2	
Копировал						ПО "Альфа"			
Формат А4									

Рис. 5 Первый лист спецификации

конструкторских документов. В лекции описана методика создания *сборочного чертежа* на основе изготовленных ранее чертежей деталей. Описана также методика создания спецификаций, в частности, в виде стандартных таблиц, размещаемых в чертеже.

4.3. Лабораторные работы.

Учебным планом не предусмотрено.

4.4. Практические занятия.

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Основы построения чертежей простых фигур в Компас-3D.	4	-
2		Основы геометрического и компьютерного моделирования в чертежно-графическом редакторе КОМПАС-3D.	4	4 час. Разработка проектных чертежей в системе КОМПАС-3D
3		Создание 3D модели детали с помощью выполнения булевых операций: объединения, вычитания, пересечения.	6	-
4		Основные правила выполнения и оформления изображений в соответствии стандартам и ЕСКД в САПР	6	4 час. Разработка проектных чертежей в системе КОМПАС-3D
5	2.	Построение ассоциативных чертежей детали по выполненной модели.	6	6 час. Разработка проектных чертежей в системе КОМПАС-3D
6		Создание сборочного чертежа и спецификации разъемного соединения.	8	6 час. Разработка проектных чертежей в системе КОМПАС-3D
ИТОГО			34	20

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.

Учебным планом не предусмотрено.

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

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ПК</i>	<i>ПСК</i>				
		<i>10</i>	<i>2.7</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Роль автоматизации инженерно-графических работ в деятельности современного инженера.	74	+	+	2	37	Лк, ПЗ, СР	экзамен
2. Автоматизация графических работ в среде КОМПАС-3D.	70	+	+	2	35	Лк, ПЗ, СР	экзамен
<i>всего часов</i>	144	72	72	2	72		

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

1. Евстигнеев А.Д. Основы компьютерного обеспечения машиностроительного производства: учебно-практическое пособие / А.Д. Евстигнеев; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Ульяновский государственный технический университет", Институт дистанционного и дополнительного образования. - Ульяновск: УлГТУ, 2013. - 149 с.: ил., табл., [Электронный ресурс].

URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363223;

2. Уласевич З.Н. Инженерная графика. Практикум: учебное пособие / З.Н. Уласевич, В.П. Уласевич, Д.В. Омесь. - Минск: Высшая школа, 2015. - 208 с. [Электронный ресурс].

URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450370;

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
Основная литература				
1.	Евстигнеев А.Д. Основы компьютерного обеспечения машиностроительного производства: учебное пособие / А.Д. Евстигнеев; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Ульяновский государственный технический университет", Институт дистанционного и дополнительного образования. - Ульяновск: УлГТУ, 2013. - 149 с.: ил., табл., схем. [Электронный ресурс]. URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363223	ЛК ПЗ СР	ЭР	1
2.	Шпаков П.С. Основы компьютерной графики: учебное пособие / П.С. Шпаков, Ю.Л. Юнаков, М.В. Шпакова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. - 398 с.: табл., схем. [Электронный ресурс]. URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364588	ЛК ПЗ	ЭР	1
3.	Авлукова Ю.Ф. Основы автоматизированного проектирования: учебное пособие / Ю.Ф. Авлукова. - Минск: Высшая школа, 2013. - 219 с. [Электронный ресурс]. URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235668	ЛК ПЗ	ЭР	1
Дополнительная литература				
4.	Гумерова Г.Х. Основы компьютерной графики: учебное пособие / Г.Х. Гумерова; Министерство образования и науки России, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 87 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258794	ЛК ПЗ	ЭР	1
5.	Уласевич З.Н. Инженерная графика. Практикум: учебное пособие / З.Н. Уласевич, В.П. Уласевич, Д.В. Омесь. - Минск: Высшая школа, 2015. - 208 с.: ил.	ЛК ПЗ СР	ЭР	1

	[Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450370			
6.	Красильникова Г. А. Автоматизация инженерно-графических работ. AutoCAD 2000, КОМПАС-ГРАФИК 5.5, MiniCAD 5.1: учебник для вузов / Г. А.Красильникова, В. В. Самсонов, С. М. Тарелкин. - Санкт-Петербург: Питер, 2001. - 255с.	ПЗ	67	1

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

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
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

Работа на лекциях: ведение конспекта лекционного материала для успешного использования его при подготовке к экзамену, закрепления и расширения теоретических знаний. После проработки лекционного материала обучающийся должен четко владеть следующими аспектами по каждой лекции:

- знать тему;
- четко представлять план лекции;
- уметь выделять основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций.

Работа на практических занятиях заключается в изучении универсальной среды автоматизации инженерно-графических работ; машинной графики для получения конструкторской документации, как по качеству исполнения документов, удовлетворяющих стандартам ЕСКД, так и по соблюдению требований стандартов; разбираются примеры твердотельного пространственного моделирования с применением практических навыков использования ПК для интенсификации учебного процесса и активизации учебно-познавательной деятельности бакалавра.

Самостоятельная работа выполняет функцию закрепления, повторения изученного материала. Выполнение самостоятельной работы способствует углублению знаний и более успешному формированию умений и навыков, связанных с изучением конкретных тем.

Характер самостоятельной работы: развитие способностей самостоятельно работать с информацией, используя учебную и научную литературу. Самостоятельная работа дисциплинирует обучающихся, развивает произвольное внимание и совершенствует навыки целесообразного восприятия.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических занятий.

Практическое занятие № 1 (4 часа).

Тема: основы построения чертежей простых фигур в Компас-3D.

Цель работы: изучить основные команды графического редактора КОМПАС - 3D.

Ход работы:

Создать папку *Компас* по следующему пути: A:/фамилия/

Открыть программу Компас (пуск – все программы – АСКОН– КОМПАС - 3D).

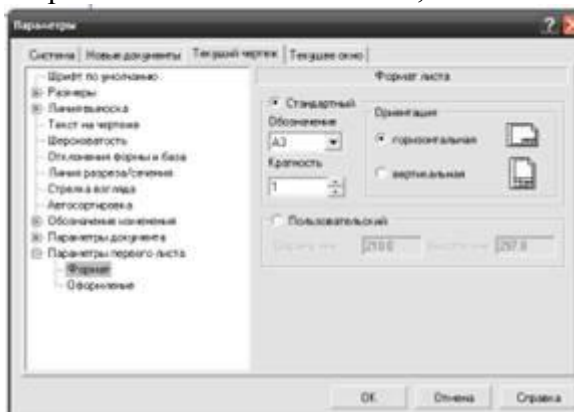
Задание 1. Знакомство с программным меню и панелями инструментов

Закрыть окно справки, нажать кнопку *Создать – чертеж*.

Установить текущие параметры чертежа, для этого нажать *сервис – параметры*.

Выбрать закладку *Текущий чертеж – параметры первого листа – формат*. Установить формат А3 (из списка форматов), выбрать ориентацию «горизонтальная». В пункте *Оформление*:

Чертеж конструкторский. Первый лист. ГОСТ 2.104-68., нажать ОК.




На панели Вид нажать кнопку *Показать все*,  для показа листа целиком.

Для удобства работы необходимо включить панели инструментов. *Вид – панели инструментов*: Стандартная, компактная панель, Вид, текущее состояние.

Задание 2. Построение отрезка

Включите кнопку **Геометрия** на панели инструментов. 

Выберите кнопку – пиктограмму Ввод отрезка  на инструментальной панели геометрии и щелкните на ней кнопкой мыши. Появится строка параметров объекта при вводе отрезка.

Введите координаты X и Y первой точки t1 отрезка, а затем второй точки t2 (координаты вводятся с клавиатуры). Для этого следует дважды щелкнуть мышью в поле (окошке) справа от надписи t1 параметра первой точки и, не перемещая больше мыши, наберите на клавиатуре значение координаты X1, например, 50.

Переместите указатель мыши, не выходя из строки параметров объекта, в следующее поле Y1 и, дважды щелкнув, наберите значение координаты Y1, например, 60.

Зафиксируйте значения первой точки отрезка нажатием клавиши **Enter**.

Таким же образом назначьте координаты второй точки отрезка (например, 80, 100). После нажатия **Enter** на чертеже появится изображение отрезка.


Система остается в режиме ожидания для построения второго отрезка. Если в этом нет надобности, то необходимо прервать текущую команду. Для этого щелкните по кнопке со знаком STOP слева от рабочего экрана.


Задание 3. Удаление отрезка


Укажите построенный отрезок. Для этого нужно щелкнуть кнопкой мыши на отрезке. Отрезок выделится другим цветом, а на его концах появятся черные квадратики (маркеры), обозначающие границу выделения.

Нажмите клавишу Delete на клавиатуре. Отрезок будет удален.

Задание 4.Изменение размера изображения

Для увеличения какой либо области документа используется кнопка *Увеличить масштаб рамкой* 

Для плавного изменения масштаба используется кнопка *Приблизить/Отдалить*. 

Перемещение изображения в окне документа без изменения масштаба достигается нажатием кнопки *Сдвинуть*. 

Для отображения в окне всего документа служит кнопка *Показать все*. 

Для обновления изображения служит кнопка *Обновить изображение*. 

Задание 5.Построение отрезков и замкнутых контуров по координатам

Построить горизонтальный отрезок: первая точка (230,240), вторая точка – (280,240).

Построить вертикальный отрезок: первая точка (310,270), вторая точка – (310,210).

Построить отрезок: (340,210) – (390,270).

Построить отрезок, перпендикулярный данному: Выбрать инструмент *Перпендикулярный отрезок*, щелкнуть по первому (горизонтальному отрезку) и отложить отрезок вручную.

Построить отрезок, параллельный данному: Выбрать инструмент *Параллельный отрезок*, щелкнуть по первому (горизонтальному отрезку) и отложить отрезок вручную.

Построить ломаную по координатам: (230,90); (230,130); (255,130); (255,70); (320,70); (275,95); (390,130); (390,70). Для построения выбрать инструмент *Непрерывный ввод объектов*.



Примеры выполнения задания № 5




Задание 6. Линии чертежа

1) Выбрать инструмент *Отрезок*. Начертить горизонтальный отрезок по координатам:

(30,250) – (170,250). Для прекращения построения отрезков нажать кнопку STOP 

2) Выполнить надпись линии – «Основная». Для этого необходимо сделать активной панель *Обозначения* . Сделать активным инструмент *Ввод текста* . Слева от начерченной линии щелкнуть мышкой и ввести надпись линии. Закончить ввод текста

кнопкой *Создать объект*. 

3) Снова выбрать инструмент *Отрезок*, в окне диалога *Стиль* выбрать тип линии «тонкая». Постройте отрезок аналогично предыдущему по координатам: (30,230) – (170,230) и сделайте к нему соответствующую надпись.

4) Постройте отрезки и выполните надписи к ним:

Осевая (30,210) – (170,210)

Штриховая (30,190) – (170,190)

Утолщенная (30,170) – (170,170)

Пунктир 2 (30,150) – (170,150)

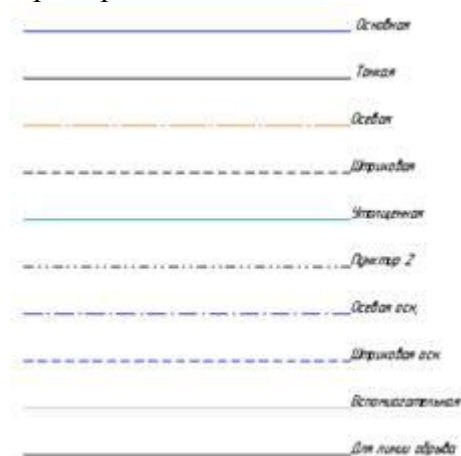
Осевая осн. (30,130) – (170,130)

Штриховая осн. (30,110) – (170,110)

Вспомогательная (30,90) – (170,90)

Для линии обрыва (30,70) – (170,70)

Пример выполнения задания № 6



Задание 7. Основная надпись

1) Активизируйте основную надпись одним из способов:

– двойным щелчком левой кнопки мыши в любой точке штампа;

– нажатием правой кнопки мыши на штампе с последующим выбором команды *Заполнить основную надпись*.

2) При заполнении ячеек система автоматически располагает по центру или выравнивает его по левой границе ячейки, подбирает необходимую высоту и ширину символов для равномерного заполнения ячеек.

3) Начните заполнения ячеек штампа. Установите курсор в нужной ячейке и заполните с клавиатуры:

В графу «Наименование изделия» введите – Линии

В графу «Выполнил» – свою фамилию

В графу «Проверил» – фамилию преподавателя

В графу «№ изделия» – Практическая работа № 1

В графу «Организация» – ФГБОУ ВО «БрГУ»

4) Сохраните чертеж: Файл – Сохранить. Имя файла: Линии_Фамилия.

Форма отчетности: оформить отчет по лабораторной работе с помощью САПР «КОМПАС» 3D; используя краткие теоретические сведения и справочную систему САПР «КОМПАС».

Задания для самостоятельной работы: повторение теоретического и практического материала по теме практического занятия с целью закрепления полученных навыков и умений в области инженерного проектирования.

Основная литература:

1) Евстигнеев, А.Д. Основы компьютерного обеспечения машиностроительного

- производства: учебное пособие / А.Д. Евстигнеев; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Ульяновский государственный технический университет", Институт дистанционного и дополнительного образования. - Ульяновск: УлГТУ, 2013. - 149 с.: ил., табл., схем.-Библ. в кн. [Электронный ресурс];
- 2) Шпаков, П.С. Основы компьютерной графики: учебное пособие / П.С. Шпаков, Ю.Л. Юнаков, М.В. Шпакова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. - 398 с.: табл., схем. [Электронный ресурс];
- 3) Авлукова, Ю.Ф. Основы автоматизированного проектирования: учебное пособие / Ю.Ф. Авлукова. - Минск: Высшая школа, 2013. - 219 с. [Электронный ресурс].

Дополнительная литература:

- 1) Гуменова, Г.Х. Основы компьютерной графики: учебное пособие / Г.Х. Гуменова; Министерство образования и науки России, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 87 с.: ил., табл. [Электронный ресурс];
- 2) Красильникова, Г. А. Автоматизация инженерно-графических работ. AutoCAD 2000, КОМПАС-ГРАФИК 5.5, MiniCAD 5.1: учебник для вузов / Г. А.Красильникова, В. В. Самсонов, С. М. Тарелкин. - Санкт-Петербург: Питер, 2001. - 255с.
- 3) Уласевич, З.Н. Инженерная графика. Практикум: учебное пособие / З.Н. Уласевич, В.П. Уласевич, Д.В. Омесь. - Минск: Высшая школа, 2015. - 208 с.: ил. [Электронный ресурс];

Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Назначение системы автоматизированного проектирования КОМПАС - 3D;
- 2) Принципы построения основных геометрических примитивов в КОМПАС - 3D;
- 2) Основные методы редактирования геометрических примитивов.

Практическое занятие № 2 (4 часа).

Тема: Основы геометрического и компьютерного моделирования в чертежно-графическом редакторе КОМПАС-3D.

Цель работы: освоить основы геометрического и компьютерного моделирования в САПР.

Краткие теоретические сведения:

Теоретические основы геометрического и компьютерного моделирования. Термин "модель" широко используется в различных сферах человеческой деятельности и имеет множество смысловых значений.

Модель - объект или описание объекта, системы для замещения (при определенных условиях предложениях, гипотезах) одной системы (т.е. оригинала) другой системы для изучения оригинала или воспроизведения его каких - либо свойств. Модель - результат отображения одной структуры на другую.

Под *моделированием* понимается процесс построения, изучения и применения моделей. Оно тесно связано с такими категориями, как абстракция, аналогия, гипотеза и др. Процесс моделирования обязательно включает и построение абстракций, и умозаключения по аналогии, и конструирование научных гипотез. Главная особенность моделирования в том, что это метод опосредованного познания с помощью объектов-заместителей. Модель выступает как своеобразный инструмент познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с помощью которого изучает интересующий его объект. Именно эта особенность метода моделирования определяет специфические формы использования абстракций, аналогий, гипотез, других категорий и методов познания.

Возможности моделирования, то есть перенос результатов, полученных в ходе построения и исследования модели, на оригинал основаны на том, что модель в определенном смысле отображает (воспроизводит, моделирует, описывает, имитирует) некоторые интересующие

исследователя черты объекта. Моделирование как форма отражения действительности широко распространено, и достаточно полная классификация возможных видов моделирования крайне затруднительна, хотя бы в силу многозначности понятия "модель", широко используемого не только в науке и технике, но и в искусстве, и в повседневной жизни.

Традиционно под моделированием на ЭВМ понималось лишь имитационное моделирование. Можно, однако, увидеть, что и при других видах моделирования компьютер может быть весьма полезен, за исключением разве физического моделирования, где компьютер вообще-то тоже может использоваться, но, скорее, для целей управления процессом моделирования. Например, при математическом моделировании выполнение одного из основных этапов - построение математических моделей по экспериментальным данным - в настоящее время просто немыслимо без компьютера. В последние годы, благодаря развитию графического интерфейса и графических пакетов, широкое развитие получило компьютерное, структурно-функциональное моделирование, о котором подробно поговорим ниже. Положено начало использованию компьютера даже при концептуальном моделировании, где он используется, например, при построении систем искусственного интеллекта.

Таким образом, мы видим, что понятие "компьютерное моделирование" значительно шире традиционного понятия "моделирование на ЭВМ" и нуждается в уточнении, учитывающем сегодняшние реалии.

В настоящее время под компьютерной моделью чаще всего понимают:

условный образ объекта или некоторой системы объектов (или процессов), описанный с помощью взаимосвязанных компьютерных таблиц, блок-схем, диаграмм, графиков, рисунков, анимационных фрагментов, гипертекстов и т. д. и отображающий структуру и взаимосвязи между элементами объекта. Компьютерные модели такого вида мы будем называть структурно-функциональными;

отдельную программу, совокупность программ, программный комплекс, позволяющий с помощью последовательности вычислений и графического отображения их результатов, воспроизводить (имитировать) процессы функционирования объекта, системы объектов при условии воздействия на объект различных, как правило случайных, факторов. Такие модели мы будем далее называть имитационными моделями.

Компьютерное моделирование - метод решения задачи анализа или синтеза сложной системы на основе использования ее компьютерной модели. Суть компьютерного моделирования заключена в получении количественных и качественных результатов по имеющейся модели. Качественные выводы, получаемые по результатам анализа, позволяют обнаружить неизвестные ранее свойства сложной системы: ее структуру, динамику развития, устойчивость, целостность и др. Количественные выводы в основном носят характер прогноза некоторых будущих или объяснения прошлых значений переменных, характеризующих систему. Компьютерное моделирование для рождения новой информации использует любую информацию, которую можно актуализировать с помощью ЭВМ.

Задача геометрического моделирования является важной областью машинной графики. Поскольку данные о физических объектах реального мира не могут быть целиком введены в компьютер, необходимо априори ограничить объем информации об объекте в рамках интересующего нас вопроса. И если будет выбрано подходящее представление геометрической модели объекта для данной проблемы, она будет решена эффективно, и наоборот.



Рис. 1. Основные операции над геометрическими моделями

Интерфейс и назначение САПР «КОМПАС». КОМПАС-3D - многооконная и многодокументная система. В ней могут быть одновременно открыты окна всех типов документов КОМПАС - моделей, чертежей, фрагментов, текстово-графических документов и спецификаций. Каждый документ может отображаться в нескольких окнах.

Команды вызываются из страниц Главного меню, контекстного меню или при помощи кнопок на Инструментальных панелях (рис. 2).

При работе с документом любого типа на экране отображаются Главное меню и несколько панелей инструментов: Стандартная, Вид, Текущее состояние, Компактная.

Состав меню и панелей зависит от типа активного документа. Команды, управляющие отображением инструментальных панелей, находятся в меню Вид - Панели инструментов.

Пользователь может изменять состав Главного меню и системных Инструментальных панелей, а также создавать собственные панели. Для вызова диалога, позволяющего произвести эту настройку, служит команда Сервис - Настройка интерфейса....

Для ввода параметров и задания свойств объектов при их создании и редактировании служит Панель свойств.

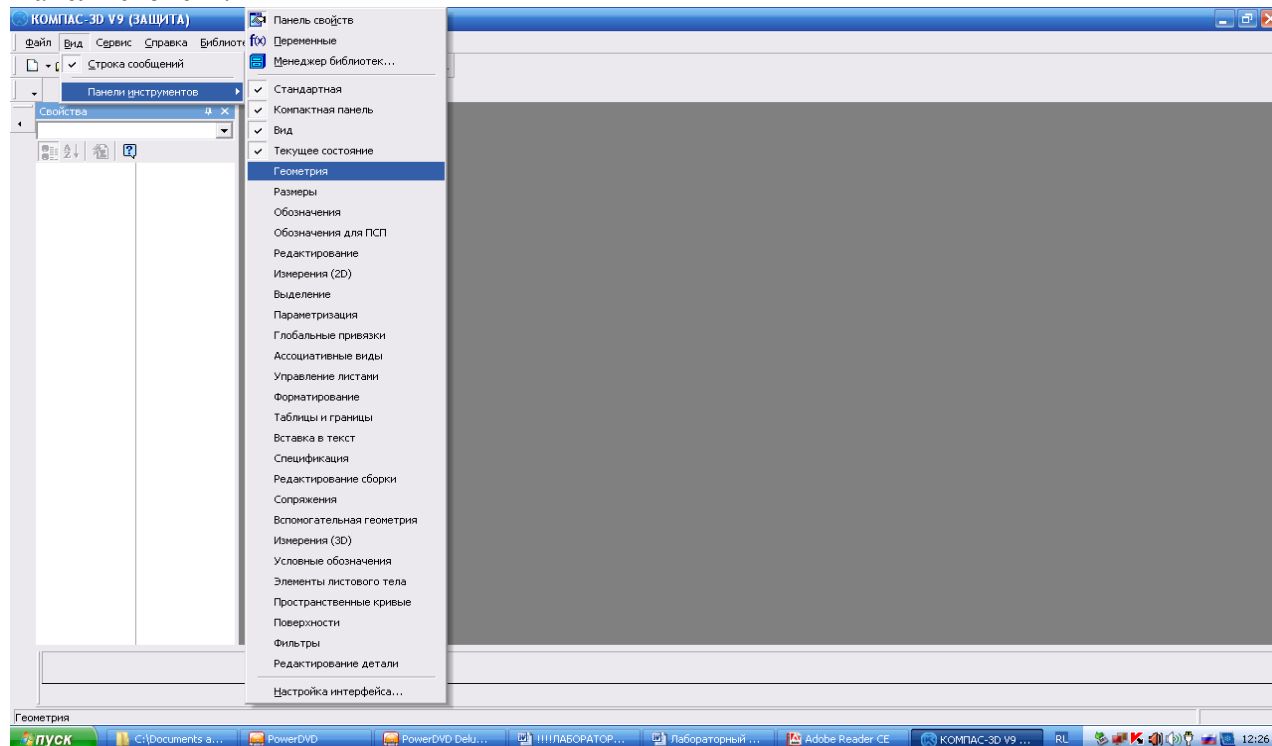


Рис. 2

Работа с переменными и уравнениями ведется с помощью окна Переменные.

Для управления библиотеками и их использования предназначен Менеджер библиотек.

В Строке сообщений (если ее показ не отключен при настройке системы) отображаются подсказки по текущему действию или описание выбранной команды.

Вызов Справки по текущему действию или активному элементу интерфейса производится нажатием клавиши <F1>, вызов других типов Справки - через страницу меню Справка.

Команды для выполнения многих часто используемых действий можно вызвать из контекстного меню.

Эти меню появляются на экране при нажатии правой кнопки мыши. Состав меню будет разным для различных ситуаций. В нем будут собраны наиболее типичные для данного момента работы команды.

Например, если в документе выделено несколько объектов, то при щелчке правой кнопкой мыши на одном из них будет выдано меню со следующими командами обработки этих выделенных объектов (рис. 3).

Таким образом, при выполнении различных действий можно быстро обратиться к нужной команде не только через Главное меню или Инструментальные панели, но и через контекстные меню, причем последний способ является наиболее быстрым.

Вы можете изменять состав Главного меню и панелей инструментов, добавляя или удаляя кнопки вызова команд и настраивая их отображение.

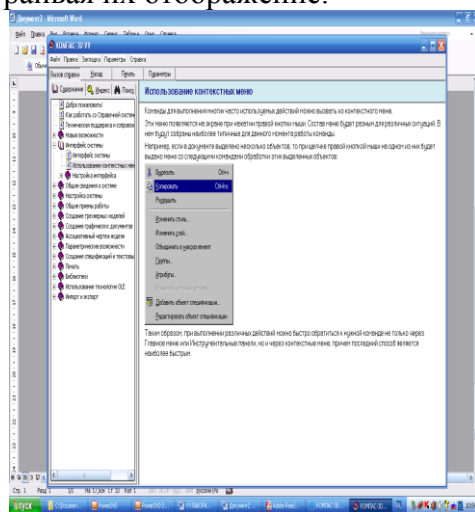


Рис. 3

Для этого вызовите команду Сервис - Настройка интерфейса. Активизируйте вкладку Команды.

Чтобы добавить команду в меню или на панель инструментов, выберите категорию и название команды. "Перетащите" команду на нужную панель. Отпустите кнопку мыши. Команда появится в указанном месте.

Названия команд могут дополняться пиктограммами, принятыми в системе КОМПАС по умолчанию. Если пиктограмма по умолчанию отсутствует, то на панели появится только название команды. Вы можете настроить представление кнопок на панели инструментов. Чтобы восстановить умолчательное представление кнопки на панели инструментов, вызовите из контекстного меню этой кнопки команду Сбросить.

Чтобы удалить кнопку с панели инструментов, вызовите из этого контекстного меню команду Удалить.

Вы можете изменять положение команд и их групп на панелях инструментов и в меню, "перетаскивая" их мышью. Для изменения длины поля щелкните в нем мышью, а затем переместите правую границу поля на нужное расстояние.

Совет. Включение и отключение кнопок инструментальных панелей возможно и без вызова диалога настройки интерфейса. Пример... Кроме того, если нажать и удерживать в нажатом состоянии клавишу <Alt>, то можно мышью перемещать кнопки между панелями.

Вы можете создавать пользовательские панели инструментов. На таких панелях могут быть размещены кнопки для вызова команд из любых категорий.

Чтобы создать пользовательскую панель инструментов, вызовите команду Сервис - Настройка интерфейса. Активизируйте вкладку Панели инструментов и нажмите кнопку

Новая.... В появившемся на экране диалоге введите название новой панели и нажмите кнопку Применить. После этого новая панель появится на экране.

Первоначально панель не содержит кнопок вызова команд. Вы можете настроить состав панели инструментов.

Типы документов САПР «КОМПАС». Тип документа, создаваемого в системе КОМПАС-3D, зависит от рода информации, хранящейся в этом документе. Каждому типу документа соответствует расширение файла и собственная пиктограмма (рис. 4).

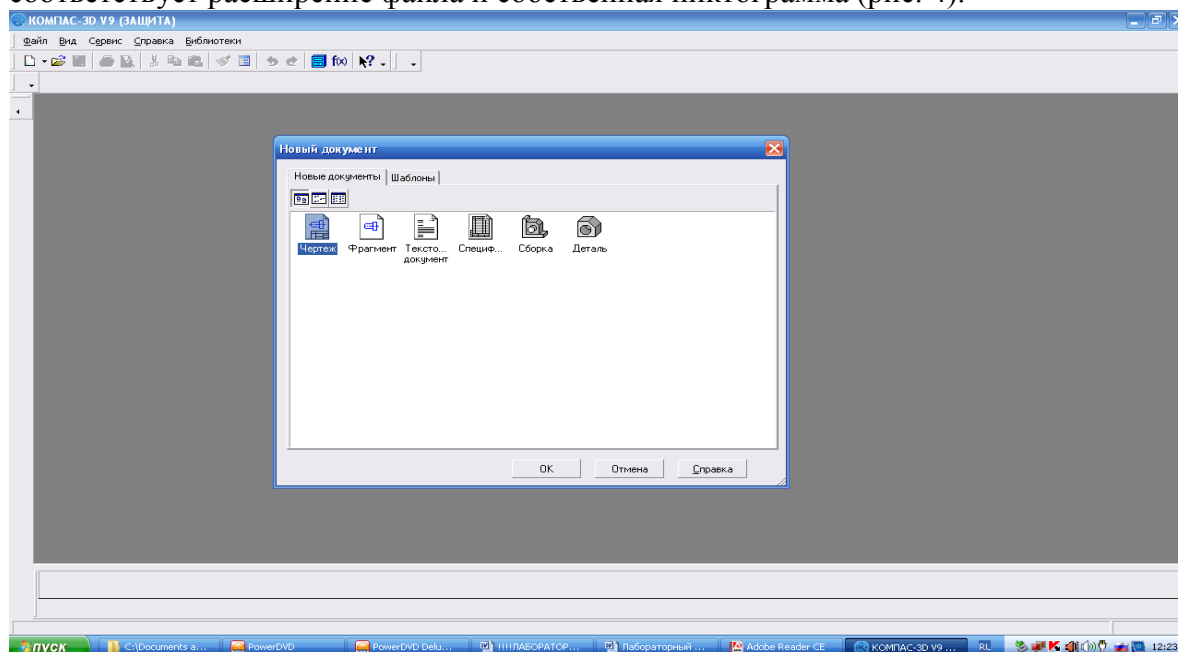


Рис. 4

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.

Чертеж - основной тип графического документа в КОМПАС-3D. Чертеж содержит графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, 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 отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления конструкторского 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 fgw.

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 sprw.

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.

В КОМПАС-3D используются по умолчанию следующие расширения файлов.

Файлы документов:

- *.a3d - файлы сборок
- *.m3d - файлы деталей
- *.cdw - файлы чертежей
- *.frw - файлы фрагментов
- *.kdw - файлы текстовых документов
- *.spw - файлы спецификаций
- *.tbl - файлы таблиц

Файлы шаблонов документов

- *.a3t - файлы шаблонов сборок
- *.m3t - файлы шаблонов деталей
- *.cdt - файлы шаблонов чертежей
- *.frit - файлы шаблонов фрагментов
- *.kdt - файлы шаблонов текстовых документов
- *.spt - файлы шаблонов спецификаций

Служебные и вспомогательные файлы

- *.tdp - файлы текстовых шаблонов
- *.tol - файлы предельных отклонений (допусков)
- *.lat - файлы библиотек типов атрибутов
- *.lcs - файлы библиотек стилей линий
- *.lhs - файлы библиотек стилей штриховки
- *.lts - файлы библиотек стилей текстов
- *.lyt - файлы библиотек оформлений документов
- *.lfr - файлы библиотек фрагментов
- *.l3d - файлы библиотек моделей
- *.bss - файлы библиотек специальных знаков
- *.sss - файлы с исходными описаниями специальных знаков
- *.tbl - файлы таблиц
- *.pmn - файлы пользовательских меню
- *.prj - файлы проектов, содержащие сведения о настройках новых документов
- *.dns - файлы с данными о плотностях материалов
- *.rps - файлы обмена КОМПАС RPS Client
- *.lms - файл, описывающий структуру Менеджера библиотек
- *.pfl - файл профиля
- *.kds - файл кодов и наименований

В КОМПАС-3D используется метрическая система мер. Расстояния между точками на плоскости в графических документах и между точками в пространстве вычисляются и отображаются в миллиметрах. При этом пользователь всегда работает с реальными размерами (в масштабе 1:1).

При расчете массо-моментных характеристик деталей пользователь может управлять представлением результатов, назначая нужные единицы измерений (килограммы или граммы - для массы; миллиметры, сантиметры, дециметры или метры - для длины).

Числовые параметры текстов (высота шрифта, шаг строк, значение табуляции и т.п.) задаются и отображаются в миллиметрах.

При работе в КОМПАС-3D используются декартовы правые системы координат. В каждом файле модели (в том числе в новом, только что созданном) существует система координат и определяемые ею проекционные плоскости. Изображение системы координат появляется посередине окна модели.

Начало абсолютной системы координат чертежа всегда находится в левой нижней точке габаритной рамки формата. Начало системы координат фрагмента не имеет такой четкой привязки, как в случае чертежа. Поэтому, когда открывается новый фрагмент, точка начала его системы координат автоматически отображается в центре окна.

Для удобства работы пользователь может создавать в графических документах и в эскизах произвольное количество локальных систем координат (ЛСК) и оперативно переключаться между ними.

Как и фрагмент, эскиз имеет собственную систему координат.

Направления осей координат в пространстве задаются единичными векторами. Условимся считать векторы X , Y и Z задающими направления осей координат модели, векторы x , y и z задающими направления осей координат эскиза, а точку начала системы координат эскиза - точкой O .

Положение и ориентация системы координат эскиза определяются следующим образом.

1. Точка O получается проецированием начала системы координат модели на плоский объект, выбранный для построения эскиза (далее - плоскость эскиза).

2. Направление вектора z совпадает с направлением нормали плоскости эскиза.

3. Направление вектора x определяется по-разному в зависимости от ориентации плоскости эскиза в системе координат модели.

- Если плоскость эскиза перпендикулярна оси X системы координат модели, то вектор x находится как векторное произведение векторов z и Y .

- Если плоскость эскиза не перпендикулярна оси X системы координат модели, то для определения положения вектора x выполняются следующие действия.

1. Находится вектор X' - проекция вектора X на плоскость эскиза и принимается за вектор x .

2. Уточняется направление вектора x . Это делается следующим образом.

- Находится вектор z' - составляющая вектора z , параллельная вектору Z .

- Если векторы Z и z' направлены в противоположные стороны, то направление вектора x изменяется на противоположное.

4. Вектор y строится так, чтобы образовывать с векторами z и x правую тройку векторов.

Используя КОМПАС-3D, вы можете работать с различными типами документов - деталями, сборками, чертежами, фрагментами, текстово-графическими документами.

Каждый документ хранится в отдельном файле на диске и при необходимости загружается в систему для редактирования, вывода на бумагу, использования в качестве прототипа и т.д.

Локальные и глобальные привязки в САПР «КОМПАС». Работа с файлами в КОМПАС-3D практически ничем не отличается от подобной работы в других приложениях Windows.

Поэтому вы можете с успехом использовать все приемы открытия и сохранения файлов, уже знакомые по другим системам.

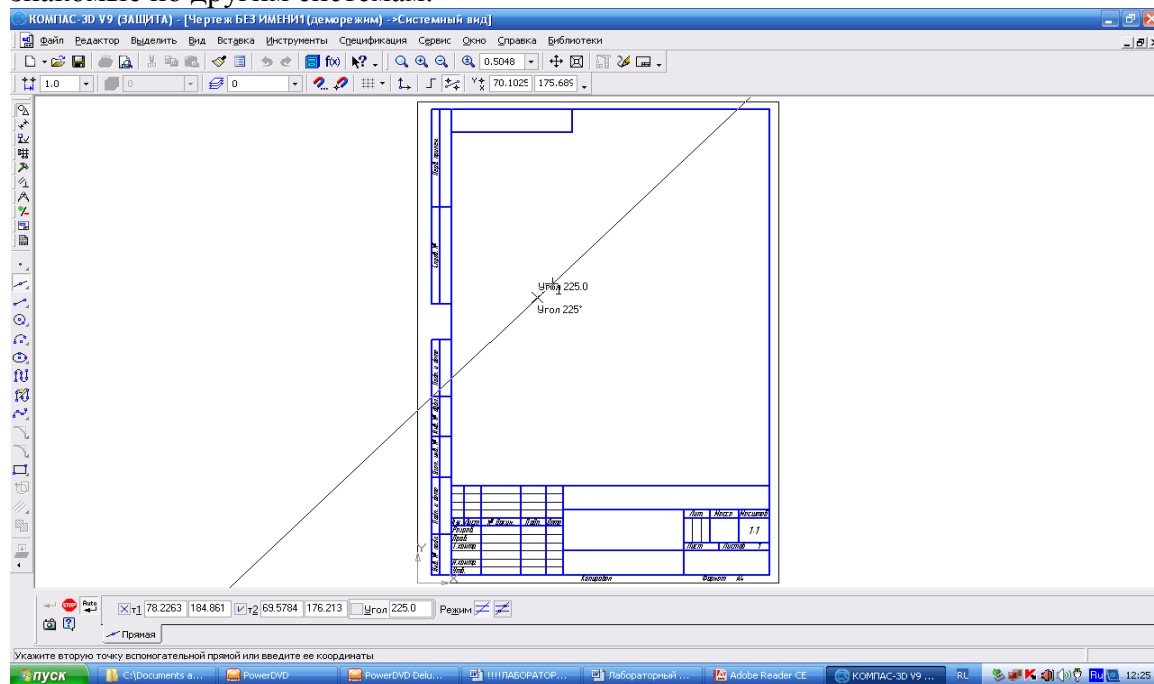


Рис. 5

В процессе работы с графическим документом постоянно возникает необходимость точно установить курсор в некоторую точку (начало координат, центр окружности, конец отрезка и т.п.), иными словами, выполнить привязку к уже существующим точкам или объектам. Без такой привязки невозможно создать точный чертеж.

КОМПАС-3D предоставляет возможности привязок к характерным точкам (пересечение, граничные точки, центр и т.д.) и объектам (по нормали, по направлениям осей координат).

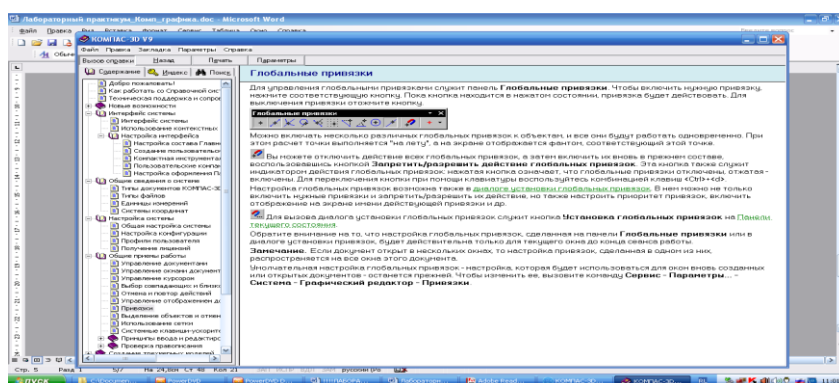
Предусмотрены две разновидности привязки - глобальная (действующая по умолчанию) и локальная (однократная).

Глобальная привязка (если она установлена) постоянно действует при вводе и редактировании объектов. Например, если включена глобальная привязка к пересечениям, то при вводе каждой точки система автоматически будет выполнять поиск ближайшего пересечения в пределах ловушки курсора.

Локальную привязку требуется всякий раз вызывать заново. После того, как был использован один из вариантов привязки, система не "запоминает", какой именно это был вариант. Поэтому, когда потребуется выполнить к другой точке такую же привязку, ее придется вызвать снова. Это неудобно в том случае, если требуется выполнить несколько однотипных привязок подряд.

Локальная привязка является более приоритетной, чем глобальная, то есть при вызове какой-либо команды локальной привязки она подавляет установленные глобальные на время своего действия (до ввода точки или отказа).

Для управления глобальными привязками служит панель Глобальные привязки. Чтобы включить нужную привязку, нажмите соответствующую кнопку. Пока кнопка находится в нажатом состоянии, привязка будет действовать. Для выключения привязки отожмите кнопку.



Можно включать несколько различных глобальных привязок к объектам, и все они будут работать одновременно. При этом расчет точки выполняется "на лету", а на экране отображается фантом, соответствующий этой точке.

Умолчательная настройка глобальных привязок - настройка, которая будет использоваться для окон вновь созданных или открытых документов - останется прежней. Чтобы изменить ее, вызовите команду Сервис - Параметры... - Система - Графический редактор - Привязки.

Локальные привязки

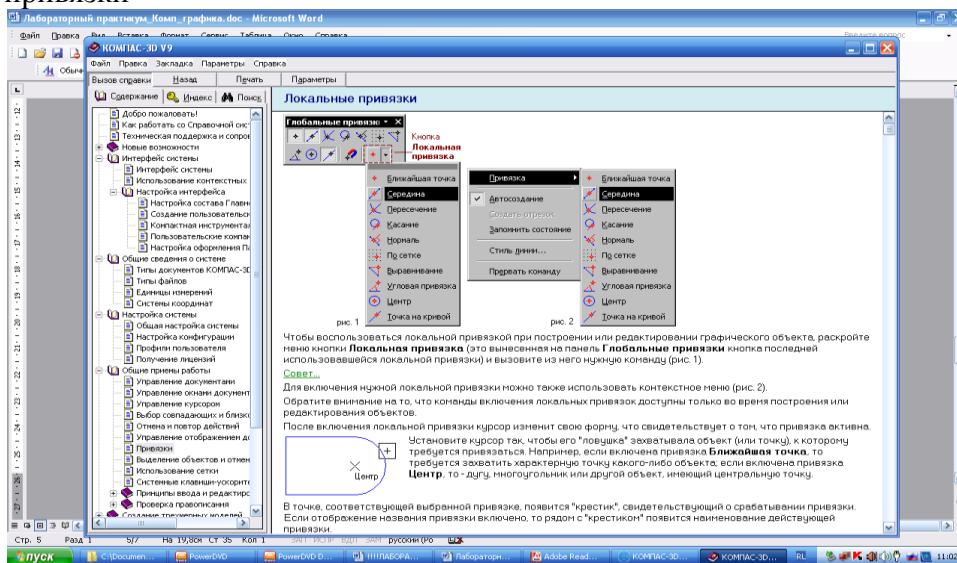


Рис. 6. Включение глобальных и локальных привязок

Чтобы воспользоваться локальной привязкой при построении или редактировании графического объекта, раскройте меню кнопки Локальная привязка (это вынесенная на

панель Глобальные привязки кнопка последней использовавшейся локальной привязки) и вызовите из него нужную команду (рис. 6).

Для включения нужной локальной привязки можно также использовать контекстное меню (рис. 6).

Обратите внимание на то, что команды включения локальных привязок доступны только во время построения или редактирования объектов.

После включения локальной привязки курсор изменит свою форму, что свидетельствует о том, что привязка активна.

Установите курсор так, чтобы его "ловушка" захватывала объект (или точку), к которому требуется привязаться. Например, если включена привязка Ближайшая точка, то требуется захватить характерную точку какого-либо объекта; если включена привязка Центр, то - дугу, многоугольник или другой объект, имеющий центральную точку.

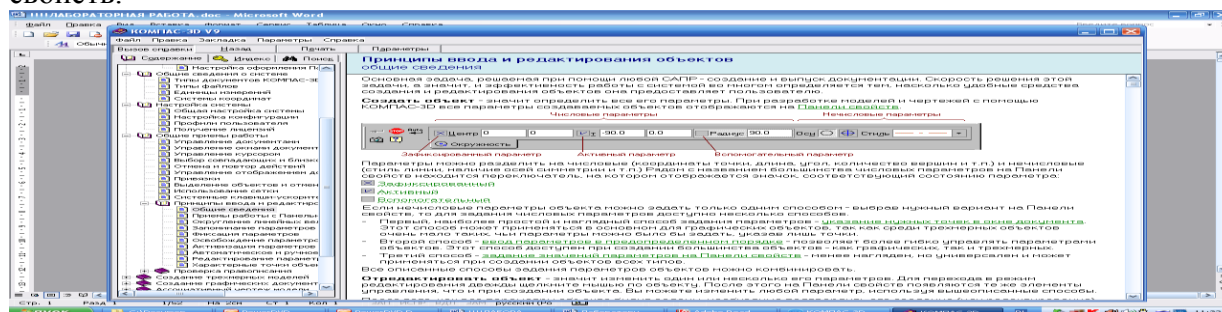
В точке, соответствующей выбранной привязке, появится "крестик", свидетельствующий о срабатывании привязки. Если отображение названия привязки включено, то рядом с "крестиком" появится наименование действующей привязки.

Нажмите клавишу <Enter> или левую кнопку мыши. Точка, отмеченная "крестиком", будет зафиксирована.

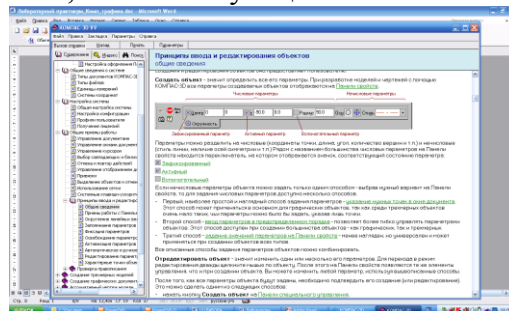
Подробную информацию о каждой команде привязки вы сможете найти в разделе Меню локальных привязок.

Принципы ввода и редактирования объектов в САПР «КОМПАС». Основная задача, решаемая при помощи любой САПР - создание и выпуск документации. Скорость решения этой задачи, а значит, и эффективность работы с системой во многом определяется тем, насколько удобные средства создания и редактирования объектов она предоставляет пользователю.

Создать объект - значит определить все его параметры. При разработке моделей и чертежей с помощью КОМПАС-3D все параметры создаваемых объектов отображаются на Панели свойств.



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 очень 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.

Все описанные способы задания параметров объектов можно комбинировать.

Отредактировать объект - значит изменить один или несколько его параметров. Для перехода в режим редактирования дважды щелкните мышью по объекту. После этого на Панели свойств появляются те же элементы управления, что и при создании объекта. Вы можете изменить любой параметр, используя вышеописанные способы.

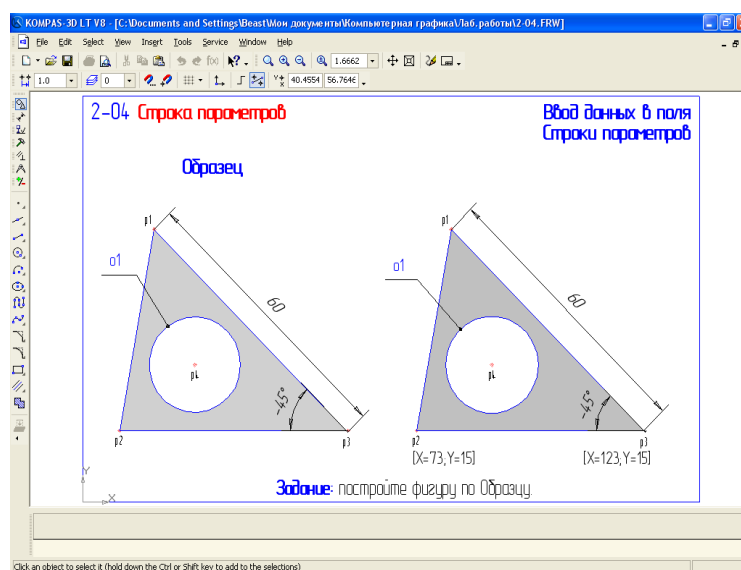
После того, как все параметры объекта будут заданы, необходимо подтвердить его создание (или редактирование). Это можно сделать одним из следующих способов:

- нажать кнопку Создать объект на Панели специального управления,
- вызвать команду Создать объект из меню Редактор или из контекстного меню,
- нажать комбинацию клавиш, соответствующую команде Создать объект (по умолчанию - $\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{Enter} \rangle$).

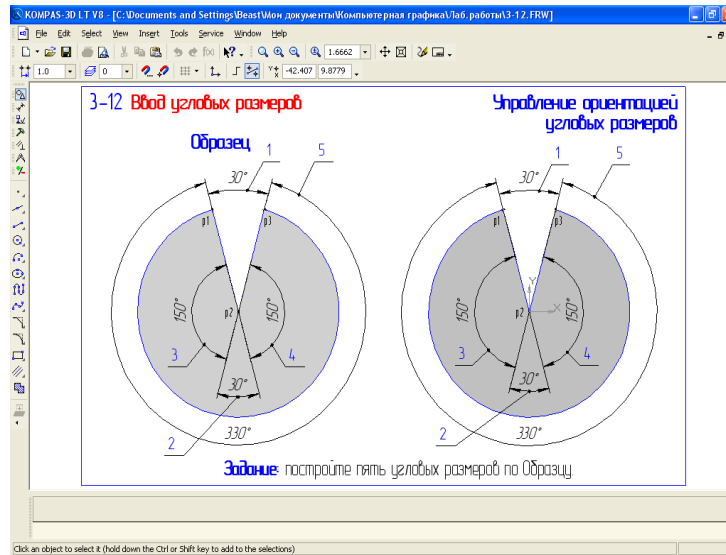
В большинстве команд создания графических объектов имеется возможность автоматического создания. По умолчанию автосоздание включено.

Форма отчетности: оформить отчет по лабораторной работе, с помощью САПР «КОМПАС» выполнить задания по образцу, используя панели инструментов «Геометрические объекты», «Размеры» и т.д.

1. Образец №1.



2. Образец №2.



Задания для самостоятельной работы: повторение теоретического и практического материала по теме практического занятия с целью закрепления полученных навыков и умений в области инженерного проектирования.

Основная литература:

- 1) Шпаков, П.С. Основы компьютерной графики: учебное пособие / П.С. Шпаков, Ю.Л. Юнаков, М.В. Шпакова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. - 398 с.: табл., схем. [Электронный ресурс];
- 2) Авлукова, Ю.Ф. Основы автоматизированного проектирования: учебное пособие/ Ю.Ф. Авлукова. - Минск: Высшая школа, 2013. - 219 с. [Электронный ресурс].

Дополнительная литература:

- 1) Гуменова, Г.Х. Основы компьютерной графики: учебное пособие / Г.Х. Гуменова; Министерство образования и науки России, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 87 с.: ил., табл. [Электронный ресурс];
- 2) Красильникова, Г. А. Автоматизация инженерно-графических работ. AutoCAD 2000, КОМПАС-ГРАФИК 5.5, MiniCAD 5.1: учебник для вузов / Г. А.Красильникова, В. В. Самсонов, С. М. Тарелкин. - Санкт-Петербург: Питер, 2001. - 255с.

Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Дайте определение понятию «модели»?
- 2) Перечислите основные типы документов, которые можно создать с помощью САПР «КОМПАС».
- 3) Поясните необходимость использования глобальных и локальных привязок? Как они настраиваются?
- 4) Какие системы координат используются в файле модели в САПР «КОМПАС»?
- 5) Расскажите принципы ввода и редактирования объектов в САПР «КОМПАС»
- 6) В чем преимущества использования САПР в моделировании?

Практическое занятие № 3 (6 час.).

Тема: создание 3D модели детали с помощью выполнения булевых операций: объединения, вычитания, пересечения.

Цель работы: освоить основы 3D-моделирования в САПР.

Ход работы:

Краткие теоретические сведения:

Создание 3D модели детали. Общий порядок работы. Общепринятым порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение булевых операций (объединения, вычитания и пересечения) над объемными элементами (сферами, призмами, цилиндрами, конусами, пирамидами и т.д.). Пример выполнения таких операций показан на рис. 1.

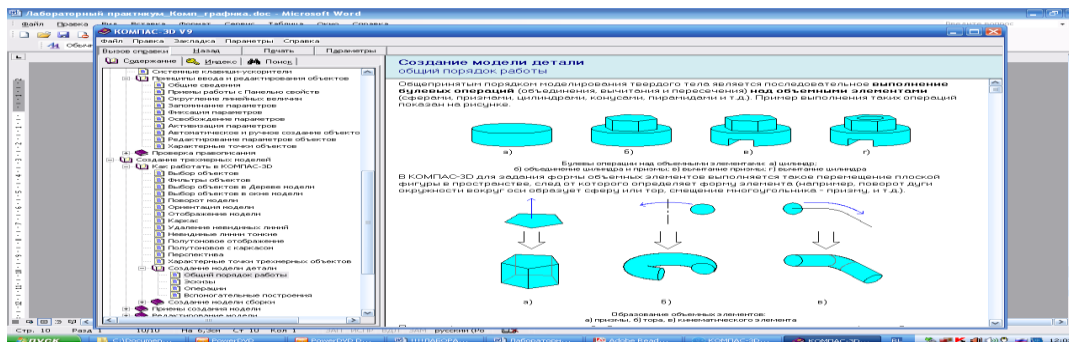


Рис. 1. Булевы операции над объемными элементами: а) цилиндр;

б) объединение цилиндра и призмы; в) вычитание призмы; г) вычитание цилиндра

В КОМПАС-3D для задания формы объемных элементов выполняется такое перемещение плоской фигуры в пространстве, след от которого определяет форму элемента (например, поворот дуги окружности вокруг оси образует сферу или тор, смещение многоугольника – призму, и т.д.) (рис. 2).

Плоская фигура, на основе которой образуется элемент, называется эскизом, а формообразующее перемещение эскиза – операцией.

Деталь может состоять из нескольких твердых тел. Над ними, в свою очередь, также могут производиться булевы операции.

Эскиз может располагаться в одной из ортогональных плоскостей координат, на плоской грани существующего тела или во вспомогательной плоскости, положение которой задано пользователем.

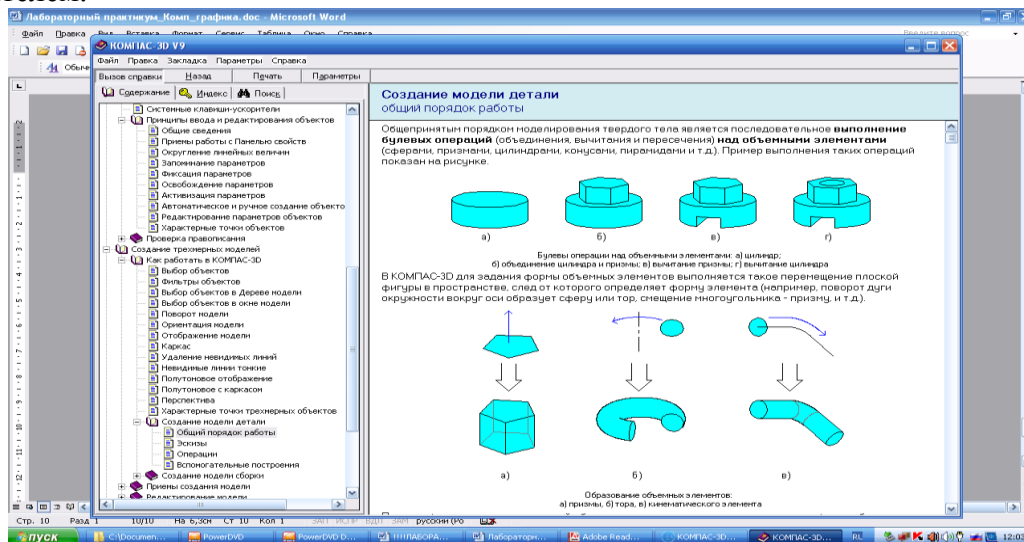


Рис. 2. Образование объемных элементов: а) призмы, б) тора, в) кинематического элемента

Эскиз изображается на плоскости стандартными средствами чертежно-графического редактора КОМПАС-3D. При этом доступны все команды построения и редактирования изображения, команды параметризации и сервисные возможности. Исключением является невозможность ввода некоторых технологических обозначений, объектов оформления и таблиц.

В эскиз можно перенести изображение из ранее подготовленного чертежа или фрагмента. Это позволяет при создании трехмерной модели опираться на существующую чертежно-конструкторскую документацию.

Замечание. В эскиз можно вставлять внешние фрагменты, а также макроэлементы из библиотек (например, из Конструкторской библиотеки или из Библиотеки конструктивных элементов). Для того, чтобы вставленное изображение можно было использовать в операции, после вставки его необходимо разрушить.

Система координат, плоскости моделей. В каждом файле модели (в том числе в новом, только что созданном) существует система координат и определяемые ею проекционные плоскости. Название этих объектов отображается вверху Деревя модели.

Изображение системы координат модели показывается посередине окна в виде трех ортогональных отрезков красного, синего и зеленого цветов. Общее начало отрезков - это начало координат модели, точка с координатами 0, 0, 0.

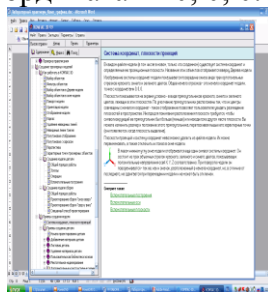


Рис. 3. Система координат 3D-модели

Плоскости показываются на экране условно – в виде прямоугольников красного, синего и зеленого цветов, лежащих в этих плоскостях. По умолчанию прямоугольники расположены так, что их центры совмещены с началом координат - такое отображение позволяет пользователю увидеть размещение плоскостей в пространстве. Иногда для понимания расположения плоскости требуется, чтобы символизировавший ее прямоугольник был больше (меньше) или находился в другом месте плоскости. Вы можете изменить размер и положение этого прямоугольника, перетаскивая мышью его характерные точки (они появляются, когда плоскость выделена).

Плоскости проекций и систему координат невозможно удалить из файла модели. Их можно переименовать, а также отключить их показ в окне модели.

В левом нижнем углу окна модели отображается еще один символ системы координат. Он состоит из трех объемных стрелок красного, зеленого и синего цветов, показывающих положительные направления осей X, Y, Z соответственно. При повороте модели он поворачивается - так же, как и значок, расположенный в начале координат, но, в отличие от последнего, не сдвигается при перемещении модели и не может быть отключен.

Деталь может состоять из одного или нескольких тел.

Построение тела начинается с создания формообразующего элемента одного из следующих типов:

- элемент выдавливания,
- элемент вращения,
- кинематический элемент,
- элемент по сечениям,
- листовое тело.

В начале создания модели всегда встает вопрос о том, в каком порядке проводить построение и с какого элемента начинать. Для ответа на него нужно хотя бы приблизительно представлять конструкцию будущей детали.

Мысленно исключите из этой конструкции фаски, скругления, проточки и прочие мелкие конструктивные элементы, разбейте деталь на составляющие ее формообразующие элементы (параллелепипеды, призмы, цилиндры, конусы, торы, кинематические элементы и т.д.).

Несмотря на то, что построение можно начинать с любого элемента, чаще всего в первую очередь создают самый крупный из них. Если в составе детали есть несколько сопоставимых по размерам элементов, то, возможно, для ее создания целесообразно будет построить несколько тел и затем объединить их. Некоторые детали, например, сегментные вкладыши, состоят из нескольких тел, не объединенных между собой.

Иногда создание детали начинают с простого элемента (например, параллелепипеда, цилиндра), описанного вокруг проектируемой детали (или ее части).

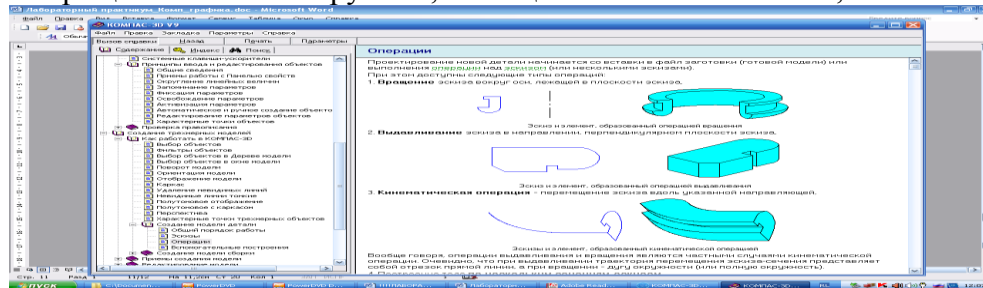
Порой общая форма детали такова, что проще всего получить ее путем пересечения нескольких тел.

В некоторых случаях порядок проектирования детали можно наметить, представив технологический процесс ее изготовления.

Проектирование новой детали начинается со вставки в файл заготовки (готовой модели) или выполнения операции над эскизом (или несколькими эскизами).

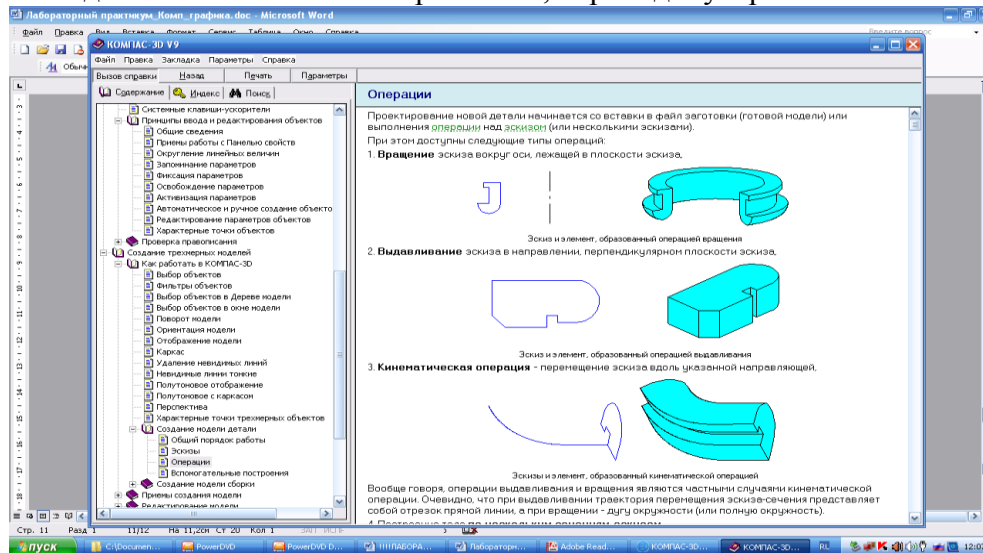
При этом доступны следующие типы операций:

1. Вращение эскиза вокруг оси, лежащей в плоскости эскиза,



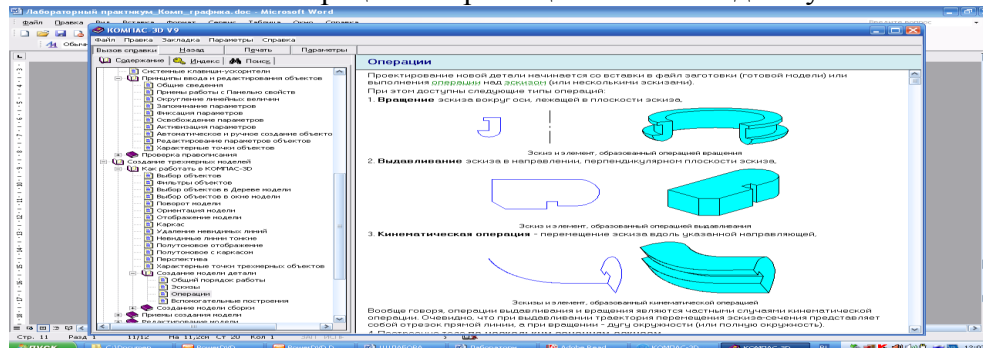
Эскиз и элемент, образованный операцией вращения

2. Выдавливание эскиза в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза,



Эскиз и элемент, образованный операцией выдавливания

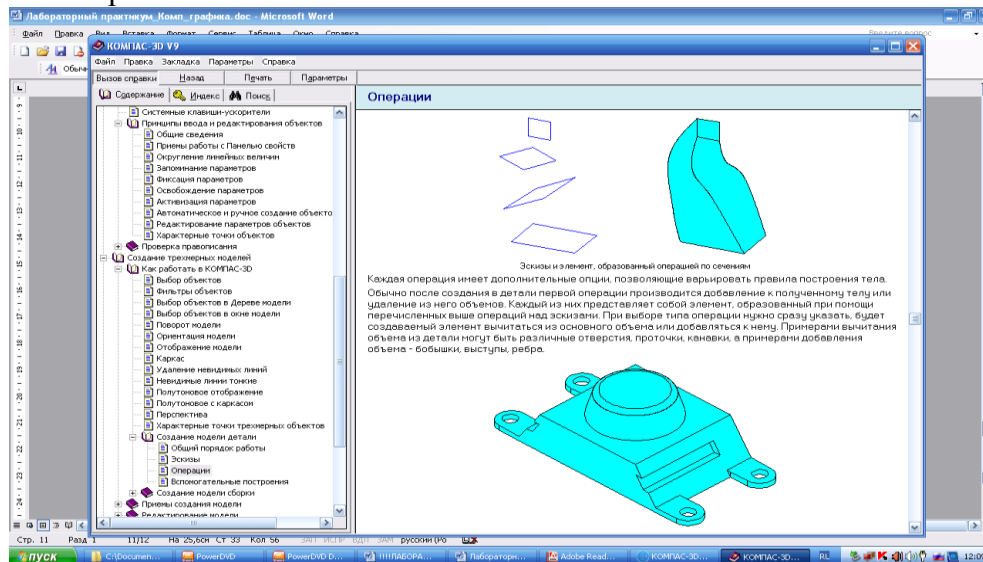
3. Кинематическая операция – перемещение эскиза вдоль указанной направляющей,



Эскизы и элемент, образованный кинематической операцией

Вообще говоря, операции выдавливания и вращения являются частными случаями кинематической операции. Очевидно, что при выдавливании траектория перемещения эскиза-сечения представляет собой отрезок прямой линии, а при вращении – дугу окружности (или полную окружность).

4. Построение тела по нескольким сечениям-эскизам.



Эскизы и элемент, образованный операцией по сечениям

Каждая операция имеет дополнительные опции, позволяющие варьировать правила построения тела.

Обычно после создания в детали первой операции производится добавление к полученному телу или удаление из него объемов. Каждый из них представляет собой элемент, образованный при помощи перечисленных выше операций над эскизами. При выборе типа операции нужно сразу указать, будет создаваемый элемент вычитаться из основного объема или добавляться к нему. Примерами вычитания объема из детали могут быть различные отверстия, проточки, канавки, а примерами добавления объема – бобышки, выступы, ребра (рис. 4).

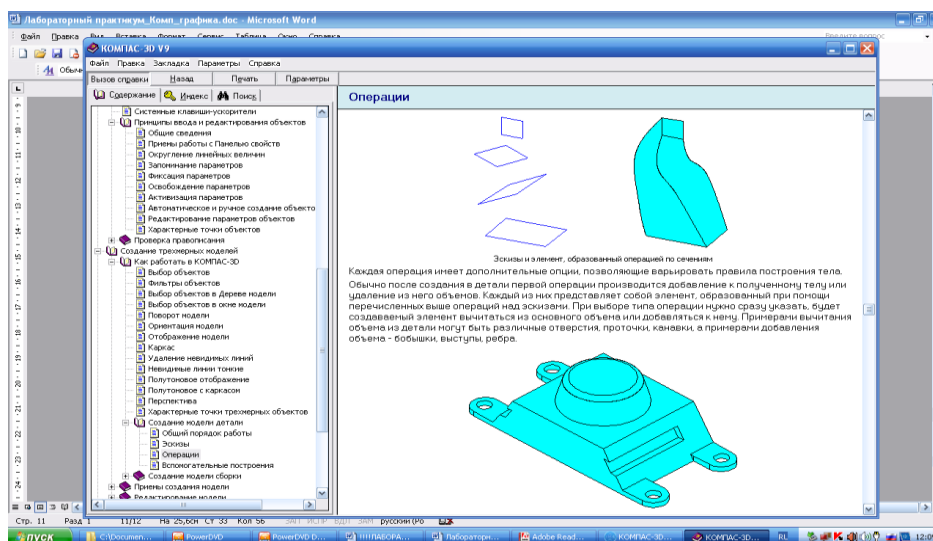


Рис. 4. Приклеенные элементы: бобышка и лапки; вырезанные элементы: пазы

Описанным образом в детали формируется необходимое количество тел. Над любой парой пересекающихся тел может быть произведена булева операция - вычитание, объединение или пересечение. Возможно также объединение нескольких тел в одно путем построения нового тела.

Эскиз может быть построен на плоскости (в том числе на любой плоской грани тела). Для выполнения некоторых операций (например, создания массива по концентрической сетке) требуется указание оси (осью может служить и прямолинейное ребро тела).

Если существующих в модели граней, ребер и плоскостей проекций недостаточно для построений, вы можете создать вспомогательные плоскости и оси, задав их положение одним из предусмотренных системой способов.

Применение вспомогательных конструктивных элементов значительно расширяет возможности построения модели.

Для создания таких элементов предназначены команды, кнопки вызова которых находятся на панели Вспомогательная геометрия. Кнопки сгруппированы по назначению: группа команд построения вспомогательных осей и группа команд построения вспомогательных плоскостей. В режиме редактирования детали на панели Вспомогательная геометрия присутствует также кнопка вызова команды Линия разъема, позволяющей разделить грань на несколько граней с созданием дополнительных ребер в плоскости этой грани.

Сборка в КОМПАС-3D - трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий (они называются компонентами сборки), а также информацию о взаимном положении компонентов и зависимостях между параметрами их элементов.

Вы можете задать состав сборки, внося в нее новые компоненты или удаляя существующие. Модели компонентов записаны в отдельных файлах на диске. В файле сборки хранятся ссылки на эти компоненты.

Вы можете указать взаимное положение компонентов сборки, задав параметрические связи между их гранями, ребрами и вершинами (например, совпадение граней двух деталей или соосность втулки и отверстия). Эти параметрические связи называются сопряжениями.

Если в файлах на диске уже существуют все компоненты, из которых должна состоять сборка, их можно вставить в сборку, а затем установить требуемые сопряжения между ними. Этот способ проектирования напоминает действия слесаря-сборщика, последовательно добавляющего в сборку детали и узлы и устанавливающего их взаимное положение.

Несмотря на кажущуюся простоту, такой порядок проектирования применяется крайне редко и только при создании сборок, состоящих из небольшого количества деталей. Это вызвано тем, что форма и размеры деталей в сборках всегда взаимосвязаны. Для моделирования отдельных деталей с целью последующей их "сборки" требуется точно представлять их взаимное положение и топологию изделия в целом, вычислять, помнить (или специально записывать) размеры одних деталей, чтобы в зависимости от них устанавливать размеры других деталей.

Для иллюстрации порядка проектирования "снизу вверх" можно провести такую аналогию с процессом создания конструкторской документации: проектирование "снизу вверх" подобно компоновке сборочного чертежа из готовых чертежей деталей; в случае "нестыковки" каких-либо деталей требуется внести изменения в их чертежи и только затем исправить компоновку.

Если компоненты еще не существуют, их можно моделировать прямо в сборке. При этом первый компонент (например, деталь) моделируется в обычном порядке, а при моделировании следующих компонентов используются существующие. Например, эскиз первого формообразующего элемента новой детали создается на грани существующей детали и повторяет ее контур, а траекторией этого эскиза при выполнении кинематической операции становится ребро другой детали. В этом случае ассоциативные связи между компонентами возникают непосредственно в процессе построения, а впоследствии при редактировании одних компонентов другие перестраиваются автоматически.

Кроме автоматического возникновения ассоциативных связей, происходит и автоматическое определение большинства параметров компонентов, что избавляет пользователя от необходимости помнить или самостоятельно вычислять эти параметры. Например, толщина прокладки, создаваемой непосредственно в сборке, автоматически подбирается так, чтобы эта прокладка заполняла пространство между деталями (при проектировании "снизу вверх" пользователю пришлось бы вычислить расстояние между деталями и задать соответствующую ему толщину прокладки); если в результате редактирования моделей расстояние между деталями изменится, то толщина прокладки также изменится автоматически (если модель прокладки была построена отдельно, ее толщина остается постоянной и при перестроении соседних деталей может оказаться, что прокладка не заполняет зазор между ними или, наоборот, пересекает тела деталей).

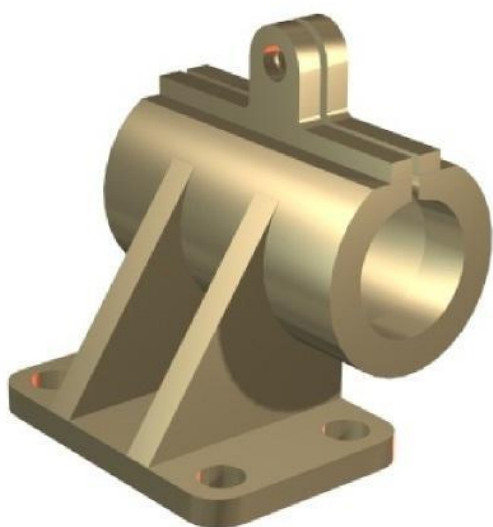
Такой порядок проектирования предпочтителен по сравнению с проектированием "снизу вверх". Он позволяет автоматически определять параметры и форму взаимосвязанных компонентов и создавать параметрические модели типовых изделий.

Если применить предложенную в предыдущем разделе аналогию с процессом черчения, можно сказать, что при проектировании "сверху вниз" вначале создается сборочный чертеж изделия, и лишь затем (на его основе) - чертежи деталей.

На практике чаще всего используется смешанный способ проектирования, сочетающий в себе приемы проектирования "сверху вниз" и "снизу вверх".

В сборку вставляются готовые модели компонентов, определяющих ее основные характеристики, а также модели стандартных изделий. Например, при проектировании редуктора вначале создаются модели отдельных деталей зубчатых колес, затем эти детали вставляются в сборку и производится их компоновка. Остальные компоненты (например, корпус, крышки и прочие детали, окружающие колеса и зависящие от их размера и положения) создаются "на месте" (в сборке) с учетом положения и размеров окружающих компонентов.

Образец №1.



Форма отчетности: оформить отчет по лабораторной работе с помощью САПР «КОМПАС» 3D - модели по образцу 1, используя краткие теоретические сведения и справочную систему САПР «КОМПАС».

Задания для самостоятельной работы:

повторение теоретического и практического материала по теме практического занятия с целью закрепления полученных навыков и умений в области инженерного проектирования.

Основная литература:

- 1) Шпаков, П.С. Основы компьютерной графики: учебное пособие / П.С. Шпаков, Ю.Л. Юнаков, М.В. Шпакова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. - 398 с.: табл., схем. [Электронный ресурс];
- 2) Авлукова, Ю.Ф. Основы автоматизированного проектирования: учебное пособие/ Ю.Ф. Авлукова. - Минск: Высшая школа, 2013. - 219 с. [Электронный ресурс].

Дополнительная литература:

- 1) Гуменова, Г.Х. Основы компьютерной графики: учебное пособие / Г.Х. Гуменова; Министерство образования и науки России, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. -

87 с.: ил., табл. [Электронный ресурс];

2) Красильникова, Г. А. Автоматизация инженерно-графических работ. AutoCAD 2000, КОМПАС-ГРАФИК 5.5, MiniCAD 5.1: учебник для вузов / Г. А.Красильникова, В. В. Самсонов, С. М. Тарелкин. - Санкт-Петербург: Питер, 2001. - 255с.

Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Поясните алгоритм построения трехмерной модели?
- 2) Перечислите основные булевы операции, которые используются при построении трехмерной модели.
- 3) Какие системы координат используются в 3D-моделировании в САПР «КОМПАС»?
- 4) Поясните разницу сборки по методу «сверху - вниз» и «снизу-вверх»?

Практическое занятие № 4 (6 час.).

Тема: Основные правила выполнения и оформления изображений в соответствии стандартам и ЕСКД в САПР.

Цель работы: освоить основные правила выполнения и оформления изображений в соответствии стандартам и ЕСКД в САПР.

Ход работы:

Краткие теоретические сведения:

Основные правила и положения ЕСКД. Виды изделий и их структура. В соответствии с ГОСТ 2.101-68 ИЗДЕЛИЕМ называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделия, в зависимости от их назначения, делят на изделия основного производства (изделия, предназначенные для реализации) и вспомогательного производства (изделия, предназначенные для собственных нужд предприятия). Устанавливаются следующие виды изделий:

- а) детали;
- б) сборочные единицы;
- в) комплексы;
- г) комплекты.

В зависимости от наличия или отсутствия составных частей изделия делят на:

- а) неспецифицированные (детали) - не имеющие составных частей;
- б) специфицированные (сборочные единицы, комплексы, комплекты) – состоящие из двух и более составных частей.

Виды и структура изделий представлены на схеме (рис. 1)

Деталью называется изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

Сборочной единицей называется изделие, составные части которых соединяют между собой на предприятии посредством сборочных операций (свинчивание, клепка, сварка и т.п.), например: автомобиль, станок, маховичок из пластмассы с металлической арматурой.

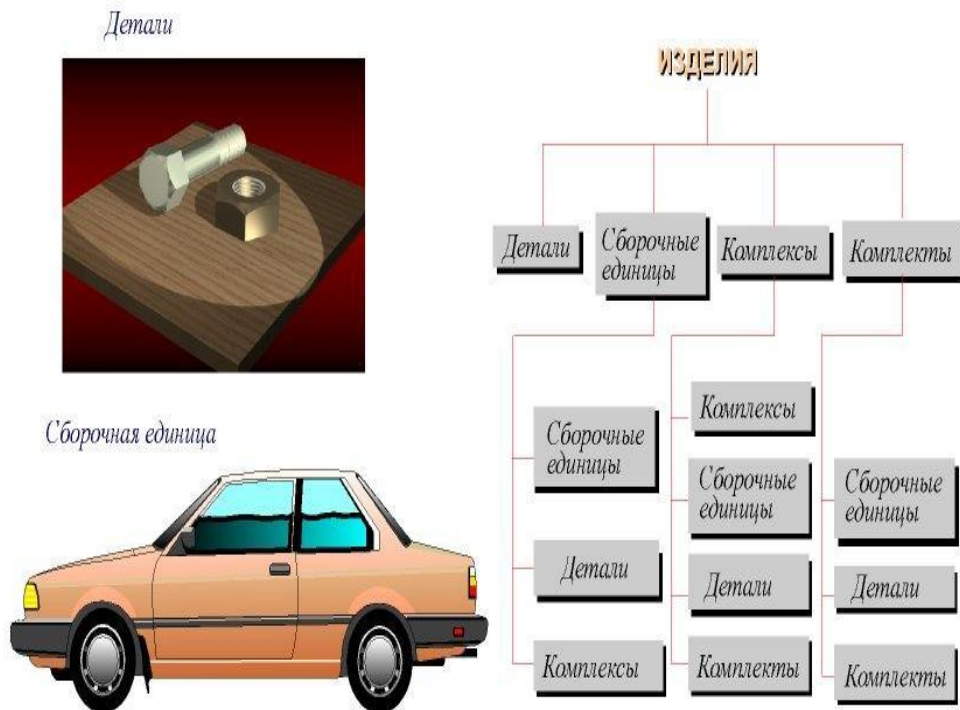


Рис. 1. Виды и структура изделий

Виды и комплектность конструкторских документов. Любые изделия могут быть изготовлены только на основании определенных конструкторских документов. К конструкторским документам относятся графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

К графическим документам относятся различные виды чертежей, схем. В них содержится графическая информация об изделии.

Графические документы подразделяются на следующие виды:

Чертеж детали - документ, содержащий изображение детали и другие данные необходимые для ее изготовления и контроля.

Сборочный чертеж - документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Чертеж общего вида - документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Основные отличия сборочного чертежа от чертежа общего вида приведены в табл. 1.

Теоретический чертеж - документ, определяющий геометрическую форму (обводы) изделия и координаты расположения составных частей.

Габаритный чертеж - документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами.

Основные отличия сборочного чертежа от чертежа общего вида

<i>Признаки отличия</i>	<i>Чертеж общего вида</i>	<i>Сборочный чертеж</i>
<i>ГОСТ</i>	2.118 - 73, 2.119 - 73, 2.120 - 73	2.109 - 73
<i>По цели документа</i>	<i>Предназначен для разработки рабочих чертежей изделия и хранится у главного конструктора</i>	<i>Является технологическим документом и предназначен для сборки имеющихся деталей.</i>
<i>По количеству изображений</i>	<i>Можно представить форму всех деталей</i>	<i>Предусматривается такое количество изображений, чтобы был ясен процесс сборки изделия и ее контроль</i>
<i>Размеры</i>	<i>Кроме габаритных, проставляются конструкторские размеры, характеризующие отдельные части изделия, могут проставляться допуски и посадки.</i>	<i>Габаритные и присоединительные размеры.</i>
<i>Составные части изделия</i>	<i>Отдельно на формате А4 или на том же листе, что и изображены, составляется таблица составных частей изделия</i>	<i>Спецификация на отдельных листах</i>
<i>Шероховатость поверхностей</i>	<i>Разрешается проставлять по усмотрению конструктора</i>	<i>Проставляются только для поверхностей, обрабатываемых по сборочному чертежу</i>

Текстовыми конструкторскими документами являются документы, содержащие информацию об изделии в виде текстов, которые могут быть представлены в форме таблиц, перечней и т.п.

К текстовым конструкторским документам относятся, в частности:

- Спецификация (документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта);
- Технические условия (документ, содержащий требования к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других документах), а также различные ведомости, таблицы, пояснительная записка и т.д.

В зависимости от способа выполнения и характера использования конструкторские документы подразделяются на:

Оригиналы - документы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников.

Подлинники - документы, оформленные подлинными установленными подписями и выполненные на любом материале, позволяющем многократное воспроизведение с них копий.

Стадии разработки конструкторской документации. В зависимости от стадий разработки, устанавливаемых ГОСТ 2.103 - 68, конструкторские документы подразделяются на проектные и рабочие.

К проектным относятся техническое предложение, эскизный проект, технический проект. Входящие в технический проект чертежи общих видов содержат исходные данные для выполнения рабочей документации – спецификаций, сборочных чертежей, чертежей деталей и пр. Согласно ГОСТ 2.103 - 68 установлены следующие стадии разработки конструкторской документации:

1. Техническое предложение - совокупность конструкторских документов, содержащих анализ различных вариантов возможных решений технического задания заказчика, технико-экономические обоснования предлагаемых вариантов, патентный поиск и т.п.
2. Эскизный проект - совокупность конструкторских документов, которые должны включать в себя принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия.

На рис. 2 (форма 2) представлена основная надпись для текстовых конструкторских документов (первый лист). На рис. 2 (форма 2а) - основная надпись для текстовых конструкторских документов - последующие листы.

Форматы. При выполнении чертежей пользуются форматами, установленными ГОСТ 2.301 - 68*. Форматы листов определяются размерами внешней рамки (выполненной тонкой линией) оригиналов, подлинников, дубликатов, копий.

Основные форматы получают путем последовательного деления на две равные части параллельно меньшей стороне формата площадью 1 кв. м с размерами сторон 1189 x 841 мм. Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. При необходимости допускается применять формат А5 с размерами сторон 148 x 210 мм.

Масштабы. Чертежи, на которых изображения выполнены в истинную величину, дают правильное представление о действительных размерах предмета. Однако при очень малых размерах предмета или, наоборот, при слишком больших, его изображение приходится увеличивать или уменьшать, т.е. вычерчивать в масштабе. Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета к его действительным размерам. Масштабы установлены ГОСТ 2.302 - 68. Если масштаб указывается в предназначенной для этого графе основной надписи, то должен обозначаться по типу 1 : 1; 1 : 2; 2 : 1 и т.д., а в остальных случаях по типу М 1 : 1; М 1 : 2; М 2 : 1 и т.д.

На изображении предмета при любом масштабе указывают его действительные размеры.

Линии чертежа. Для изображения предметов на чертежах ГОСТ 2.303 - 68 устанавливает начертания и основные назначения линий (рис. 3).

Виды изображений. Правила изображения предметов (изделий, сооружений и их составных элементов) на чертежах всех отраслей промышленности и строительства устанавливает ГОСТ 2.305 - 68. Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного (ортогонального) проецирования на плоскость. При этом предмет располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Следует обратить внимание на различие, существующее между изображением и проекцией предмета. Не всякое изображение является проекцией предмета. Между предметом и его проекцией существует взаимно однозначное точечное соответствие, которое состоит в том, что каждой точке предмета соответствует определенная точка на проекции и наоборот.

Вид - изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности при помощи штриховых линий. Однако, следует иметь в виду, что наличие большого количества штриховых линий затрудняет чтение чертежа, поэтому их использование должно быть ограничено.

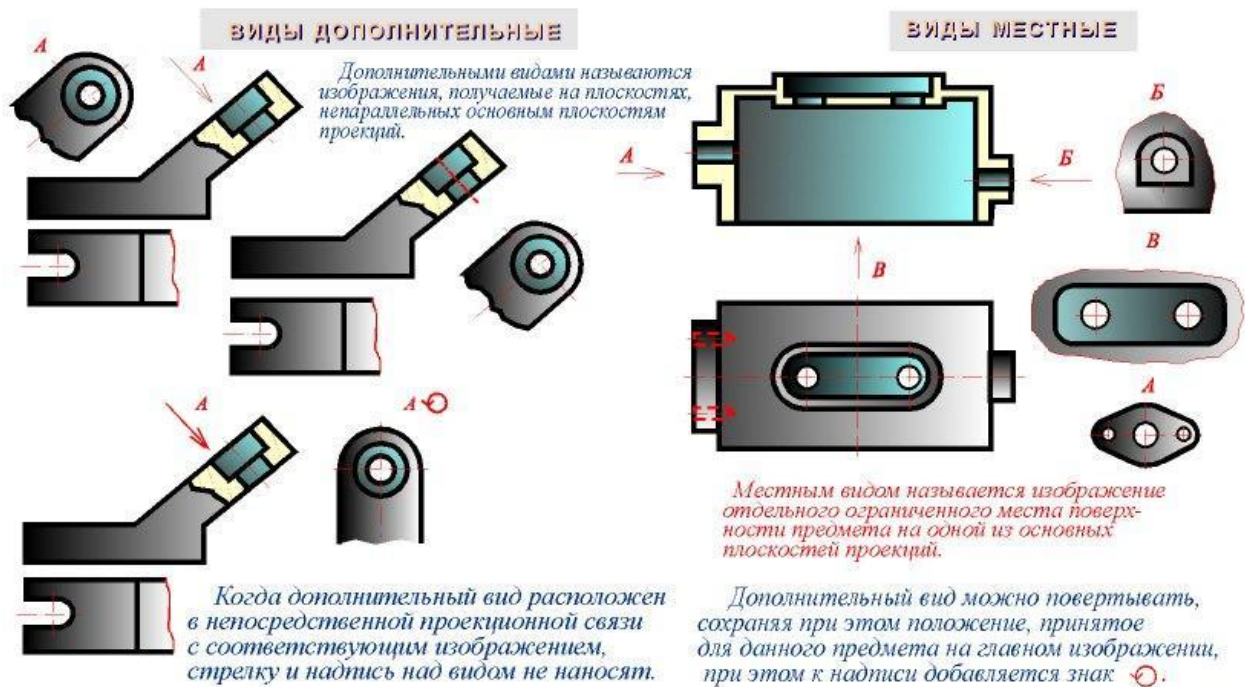
Виды разделяются на основные, местные и дополнительные.

Основные виды - изображения, получаемые на основных плоскостях проекций - гранях куба (рис. 5):

- 1 - вид спереди (главный вид);
- 2 - вид сверху;
- 3 - вид слева;
- 4 - вид справа;
- 5 - вид снизу;
- 6 - вид сзади.

Название видов на чертежах не надписываются, если они расположены, как показано на рис. 5, т.е. в проекционной связи. Если же виды сверху, слева и справа не находятся в проекционной связи с главным изображением, то они отмечаются на чертеже надписью по типу "А". Направление взгляда указывается стрелкой, обозначаемой прописной буквой русского алфавита.

Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида надписывают.



Эскиз детали. Требования к эскизу. В условиях производства и при проектировании иногда возникает необходимость в чертежах временного или разового пользования, получивших название эскизов. Эскиз - чертеж временного характера, выполненный, как правило, от руки (без применения чертежных инструментов), на любой бумаге, без соблюдения масштаба, но с сохранением пропорциональности элементов детали, а также в соответствии со всеми правилами и условностями, установленными стандартами.

Эскиз выполняется аккуратно, непосредственно с детали. Качество эскиза должно быть близким к качеству чертежа. Эскиз, как и чертеж, должен содержать:

- а) минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений), выявляющих форму детали;
- б) размеры, предельные отклонения, обозначения шероховатости поверхности и другие дополнительные сведения, которые не могут быть изображены, но необходимы для изготовления детали;
- в) основную надпись по форме 1 (ГОСТ 2.104 - 68).

Эскиз каждой детали выполняется на отдельном форматном листе (ГОСТ 2.301 - 68). Имеющиеся на детали дефекты (например, дефекты поковки или литья, неравномерная толщина стенок, смещение центров, раковины, неровности краев и др.) на эскизе не отражают.

Для литых деталей в технических требованиях, помещаемых над основной надписью, записывают неуказанные на чертеже радиусы скруглений и уклоны. В основной надписи чертежа указывается наименование детали в именительном падеже и единственном числе. Если наименование состоит из нескольких слов, вначале ставится существительное, а затем пояснительные слова (ГОСТ 2.107 - 68), например: колесо зубчатое.

Общие требования к простановке размеров. Ответственным этапом в процессе выполнения эскизов является простановка размеров. Простановка размеров на эскизе детали складывается из двух элементов: задание размеров и нанесение их.

Задать размеры на эскизе детали - значит определить необходимый минимум размеров и степень их точности, обеспечивающих изготовление детали и не ограничивающих технологических возможностей, т.е. позволяющих применять к детали разные варианты технологического процесса.

Нанести размеры на эскизе - значит так расположить выносные и размерные линии, размерные числа и их предельные отклонения, соответствующие заданным размерам, чтобы полностью исключить возможность неправильного толкования эскиза и обеспечить удобство его чтения. Правила простановки и нанесения размеров изложены в ГОСТ 2.307 - 68.

Выполнение чертежей деталей. Процесс детализации рекомендуется начинать с выполнения чертежей основных деталей изделия. Чертеж каждой детали выполняется в следующем порядке.

1. Установить необходимое (наименьшее) число изображений детали и наметить какое из них будет главным. Главное изображение (изображение на фронтальной плоскости проекций) должно давать наиболее полное представление о форме и размерах детали.

2. Установить расположение разрезов, сечений, дополнительных видов и других изображений на чертеже; при этом необязательно соблюдать такое же расположение, как на чертеже общего вида, а следует руководствоваться соображениями удобства изготовления детали по выполняемому чертежу.

Правила выполнения изображений предметов изложены в ГОСТ 2.305 - 68. Требования, предъявляемые к чертежам деталей, изложены в ГОСТ 2.109 - 73.

3. Выбрать масштаб для изображения детали, руководствуясь ГОСТ 2.302 - 68. Предпочтительным масштабом выполнения изображений является М 1:1. В необходимых случаях можно применять масштабы уменьшения или увеличения.

4. Отдельные элементы небольших размеров на детали часто бывает целесообразно изобразить в виде выносных элементов.

5. Установить для чертежа детали необходимый формат листа по ГОСТ 2.301 - 68.

6. Вычертить изображения, нанести обозначения шероховатости поверхностей, выносные и размерные линии, проставить размерные числа.

Одним из самых ответственных моментов в процессе выполнения рабочего чертежа детали является простановка размеров и задание шероховатости ее поверхностей. Простановку размеров на чертеже детали можно разбить на два этапа:

а) задание размеров,

б) нанесение размеров.

Задать размеры на чертеже детали - значит определить необходимый минимум размеров, который обеспечит бы изготовление детали в соответствии с требованиями конструкции.

Нанести размеры на чертеже детали - следовательно, так расположить выносные и размерные линии, размерные числа, соответствующие заданным размерам, чтобы полностью исключить возможность их неправильного толкования и обеспечить удобство чтения чертежа.

Правила задания и нанесения размеров изложены в ГОСТ 2.307 - 68.

Размеры, определяющие расположение сопрягаемых поверхностей, проставляют от конструктивных баз с учетом возможности выполнения и контроля этих размеров.

Все остальные (свободные) размеры должны быть заданы от технологических баз, обеспечивающих удобство обработки и контроля.

На рабочих чертежах деталей, изготавливаемых отливкой, штамповкой, ковкой или прокаткой с последующей механической обработкой части поверхности детали, указывают не более одного размера по каждому координатному направлению, связывающему механически обрабатываемые поверхности с поверхностями, не подвергаемыми механической обработке.

При нанесении обозначений шероховатости поверхностей детали следует руководствоваться ГОСТ 2.309 - 73.

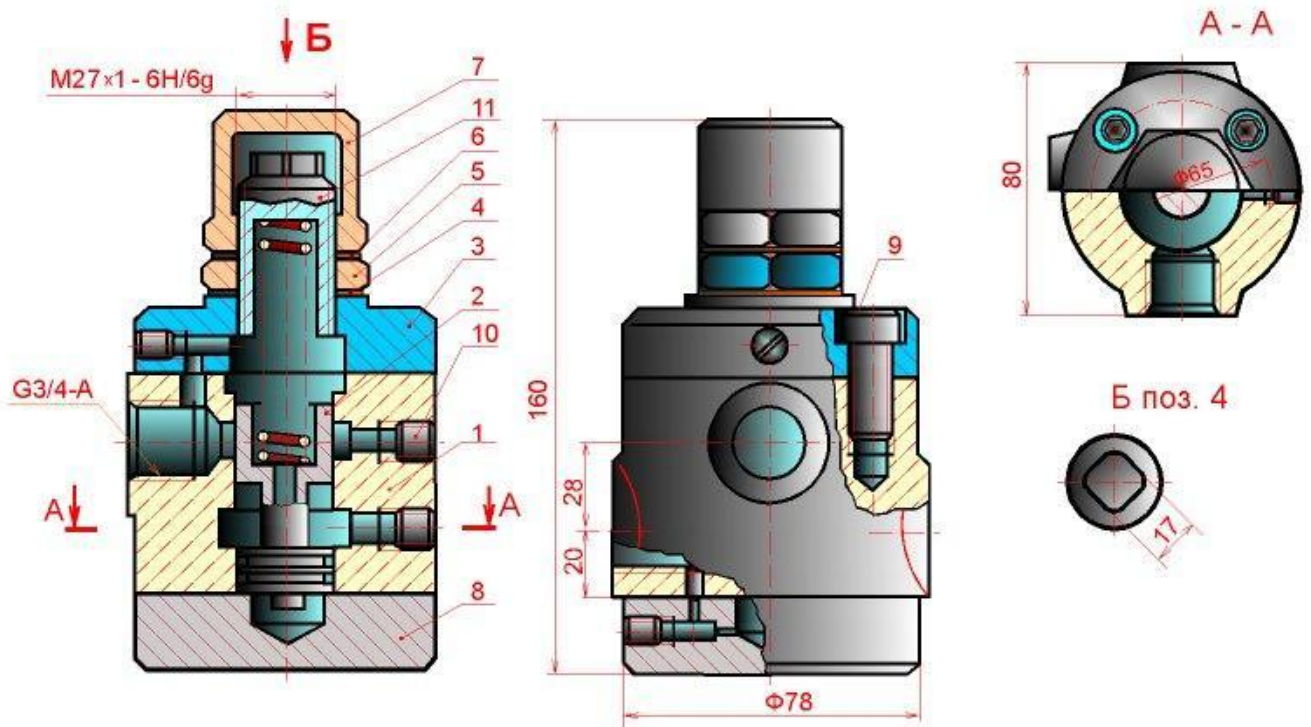
7. Размерные числа, проставляемые на чертеже и характеризующие тот или иной размер, определяют путем обмера изображения детали на чертеже общего вида с учетом масштаба.

При нанесении размерных чисел особое внимание следует уделить согласованию размеров сопрягающихся поверхностей.

Компоновка изображений, расположение размерной сетки, обозначение размеров, сечений, шероховатости и другие надписи должны быть выполнены с учетом рационального использования поля чертежа.

8. Составление чертежа детали завершается заполнением основной надписи.

Форма отчетности: оформить отчет по лабораторной работе, с помощью САПР «КОМПАС» выполнить чертеж клапана напорного в соответствии с ГОСТ.



Форма отчетности: оформить отчет по лабораторной работе с помощью САПР «КОМПАС» 3D, используя краткие теоретические сведения и справочную систему САПР «КОМПАС».

Задания для самостоятельной работы:

повторение теоретического и практического материала по теме практического занятия с целью закрепления полученных навыков и умений в области инженерного проектирования.

Основная литература:

1) Евстигнеев, А.Д. Основы компьютерного обеспечения машиностроительного производства: учебное пособие / А.Д. Евстигнеев; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Ульяновский государственный технический университет", Институт дистанционного и дополнительного образования. - Ульяновск: УлГТУ, 2013. - 149 с.: ил., табл., схем.-Библ. в кн. [Электронный ресурс];

Дополнительная литература:

1) Гумерова, Г.Х. Основы компьютерной графики: учебное пособие / Г.Х. Гумерова; Министерство образования и науки России, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 87 с.: ил., табл. [Электронный ресурс];

2) Красильникова, Г. А. Автоматизация инженерно-графических работ. AutoCAD 2000, КОМПАС-ГРАФИК 5.5, MiniCAD 5.1: учебник для вузов / Г. А.Красильникова, В. В. Самсонов, С. М. Тарелкин. - Санкт-Петербург: Питер, 2001. - 255с.

3) Уласевич, З.Н. Инженерная графика. Практикум: учебное пособие / З.Н. Уласевич, В.П. Уласевич, Д.В. Омесь. - Минск: Высшая школа, 2015. - 208 с.: ил. [Электронный ресурс];

Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Перечислить основные отличия чертежа общего вида и сборочного чертежа;
- 2) Перечислить основные ГОСТы, которыми руководствуются при оформлении конструкторской документации;
- 3) Перечислить стадии разработки конструкторской документации.

Практическое занятие № 5 (6 часов).

Тема: построение ассоциативных чертежей детали по выполненной модели.

Цель работы: получить навыки создания ассоциативного чертежа детали с выполнением основных видов, необходимых разрезов, сечений, выносных элементов, местных разрезов по построенной её 3-D модели.

Ход работы:

- ознакомиться с заданием в соответствии с номером варианта;
- ознакомиться с правилами построения ассоциативного чертежа по выполненной модели детали в КОМПАС-3D;
- изучить по конспекту лекций требования ГОСТ 2.305–68 по вопросам основных видов и разрезов, служащих для изображения предметов;
- по двум заданным видам построить третий и выполнить простой разрез на месте главного изображения;
- нанести необходимые размеры согласно ГОСТ 2.307-68.

Последовательность выполнения:

- на формате А3 построить два вида детали **Корпус** (из задания);
- построить вид слева;
- определить местоположение секущей плоскости, совпадающей с плоскостью симметрии детали, и построить на месте вида спереди простой разрез;
- нанести размеры согласно правилам нанесения размеров (ГОСТ 2.307-68);
- заполнить основную надпись.

Рассмотрим выполнение данного задания на примере (Рисунок 1). На Рисунке 2 для большей наглядности представлена трехмерная модель детали задания.

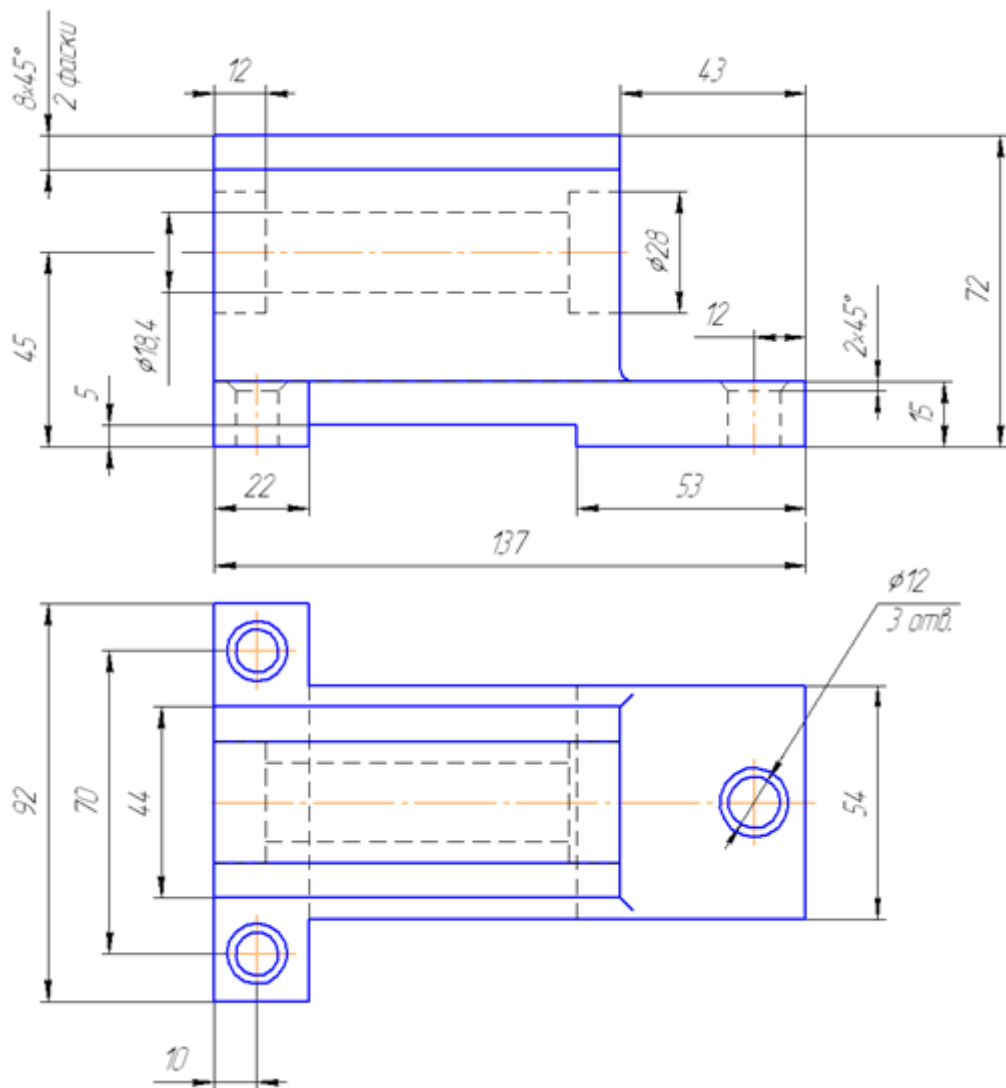


Рисунок 1 — Пример задания

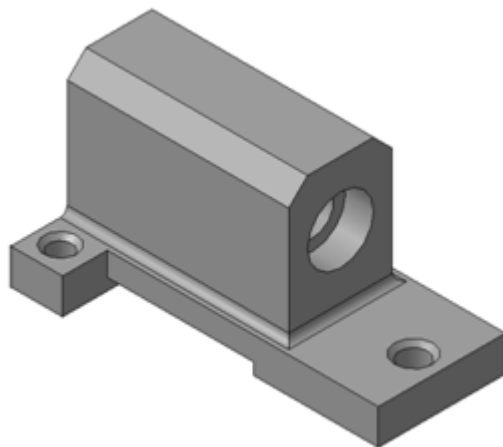


Рисунок 2 — Пример задания – трехмерная модель детали

1. Изучите конструкцию детали:

Выявите, из каких простейших геометрических элементов она состоит. При этом следует абстрагироваться от всех мелких элементов, что поможет построить недостающие проекции данных геометрических тел, а в дальнейшем, правильно нанести размеры.

Линии невидимого контура следует исключить, применяя разрезы или сечения!

Наружные поверхности:

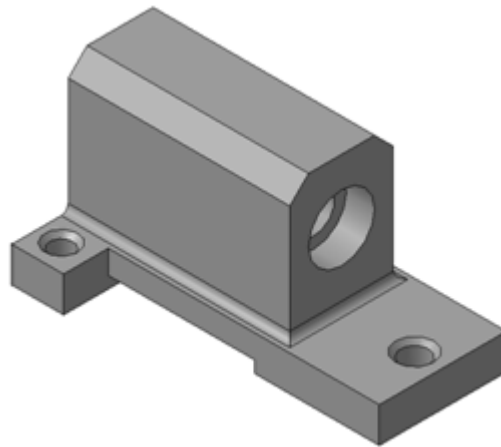
основание – призма, которую можно представить совокупностью трёх параллелепипедов;

над основанием – параллелепипед со срезанными углами;
в основании снизу вырезан параллелепипед;

Внутренние поверхности:


вырезаны цилиндрические отверстия, в отверстиях в основании, вырезаны фаски – усеченные конусы.

2. Постройте по двум видам модель детали с использованием уже известных команд: выдавливание, вращение.




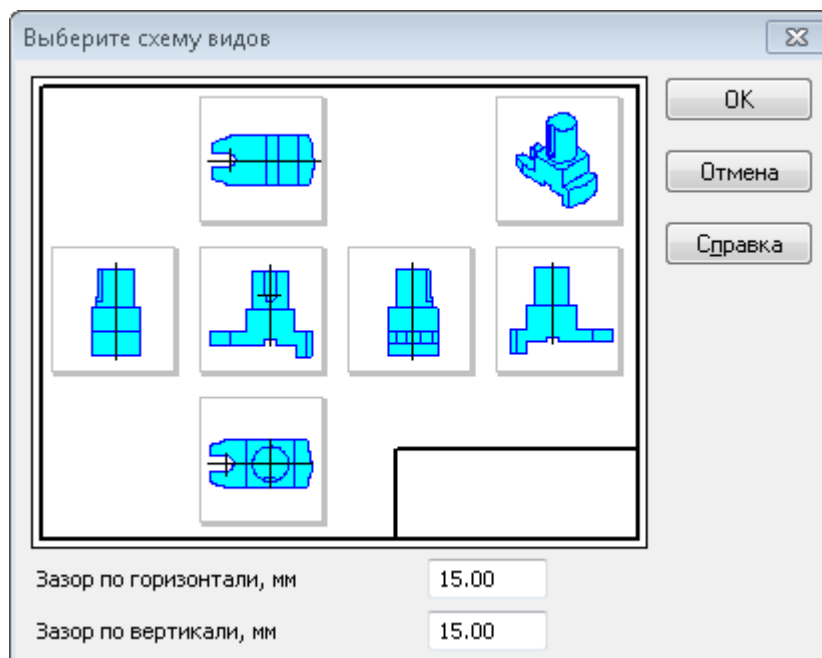
3. Создайте чертеж с тремя основными видами для построенной модели. В системе КОМПАС-3D имеется возможность автоматического создания ассоциативных чертежей созданных и сохраненных в памяти трехмерных деталей. Все виды такого чертежа связаны с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения в ассоциативном виде. Для построения таких чертежей используются кнопки **Инструментальной панели** ⇒ **Ассоциативные виды:**



Кнопка **Стандартные виды**  позволяет выбрать существующую (сохраненную на диске) трехмерную деталь (*.m3d) и создать в текущем документе чертеж этой модели, состоящий из одного или нескольких стандартных ассоциативных видов. После вызова команды на экране появится стандартный диалог выбора файла для открытия. Выберите деталь для создания видов и откройте файл. В окне чертежа появится фантом изображения в виде габаритных прямоугольников видов. Система предлагает по умолчанию три основных вида: спереди, сверху и слева.



Чтобы изменить набор стандартных видов выбранной модели, используется переключатель **Схема видов**  на **Панели свойств**. Он позволяет изменить набор стандартных видов выбранной модели с помощью окна. Выберите необходимые виды в графическом диалоговом окне (Рисунок ниже). Чтобы выбрать или отказаться от какого-либо вида, следует щелкнуть по изображению этого вида в окне.

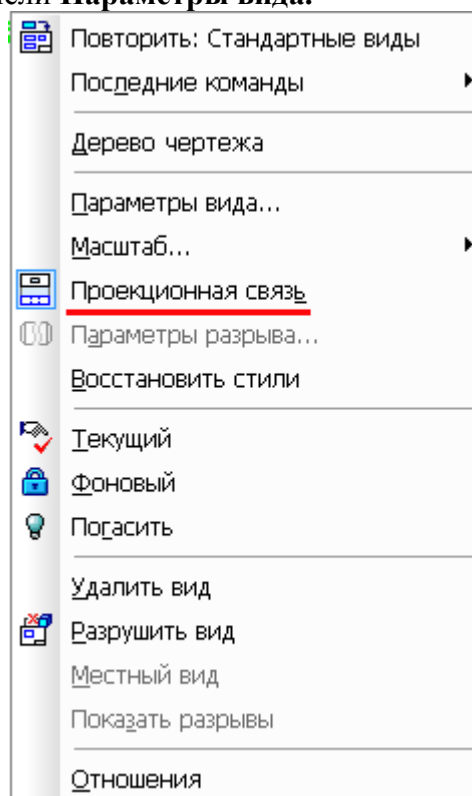


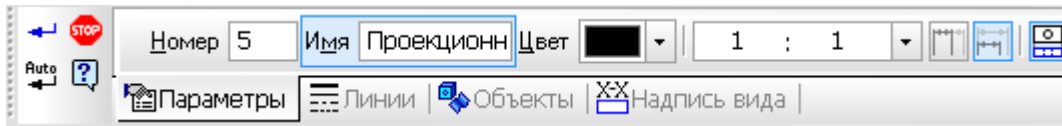
Проекционные виды чертежа, созданные с помощью команды **Стандартные виды**, находятся в проекционной связи со своим главным видом. Наличие проекционных связей между видами ограничивает их взаимное перемещение. При необходимости связь можно отключить — это дает возможность произвольного размещения видов в чертеже. Для того чтобы отключить проекционную связь вида, следует:


Выделите вид, щелкнув левой кнопкой по габаритной рамке вокруг вида. Признаком выделения вида является наличие вокруг него подсвеченной габаритной рамки;

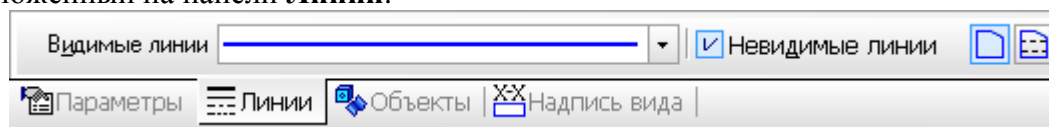
Поместите курсор внутрь рамки, нажмите правую кнопку мыши для вызова контекстного меню;




Вызовите из контекстного меню вида команду **Параметры вида**. Отключите кнопку **Проекционная связь**. Возможно отключение проекционной связи с помощью одноименной кнопки на панели **Параметры вида**.






Все виды связаны с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения в ассоциативном виде. При открытии чертежа, содержащего ассоциативные виды детали, система проверяет соответствие формы и размеров детали изображению, имеющемуся в видах. Если это соответствие нарушено, то виды, требующие перестроения, будут отображаться в чертеже перечеркнутыми. Появляется диалог с запросом: «Изменена модель, отображаемая в чертеже. Перестроить чертеж?». Вы можете немедленно перестроить чертеж, нажав кнопку **Да** диалога. Изображение детали будет перерисовано в соответствии с ее текущей конфигурацией. Нажав кнопку **Нет**, можно отложить перестроение. Диалог исчезнет. Вы можете перестроить чертеж в любой момент работы с ним, для этого нажмите кнопку **Перестроить**  на панели **Вид**. При построении видов изобразим невидимый контур отверстия, используя переключатель, управляющий отрисовкой невидимого контура и расположенный на панели **Линии**.

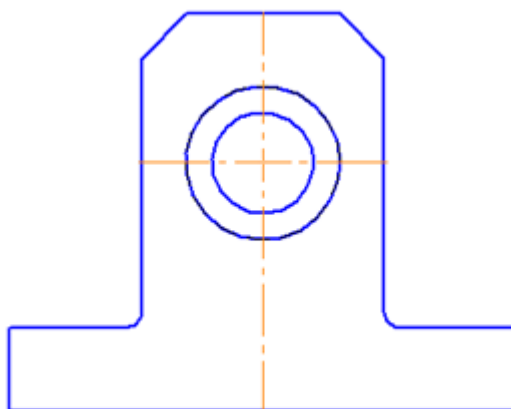


4. Постройте сначала вид слева, для чего выберите команду **Виды**  ⇒ **Стандартные виды** . На панели свойств выберите из списка вид, соответствующий виду слева, щелкните на кнопке **Схема**  и отключите все виды, оставив главный. Вставьте вид на свободное место листа.

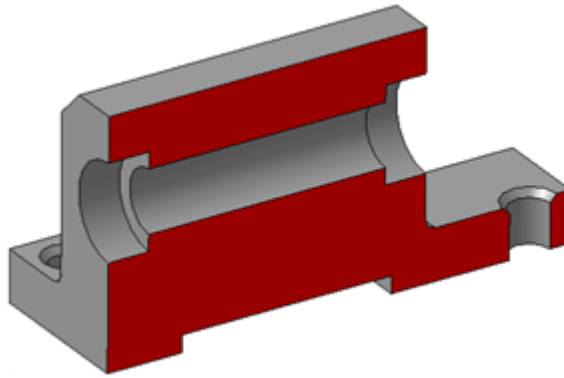
Проекции двух параллелепипедов – прямоугольники, а центральное отверстие проецируется в окружность. У верхнего параллелепипеда срезаны углы – фаски.

Вид слева будет дополнять два других изображения информацией о срезах углов (фасках) на верхнем параллелепипеде и радиусах сопряжения двух параллелепипедов.

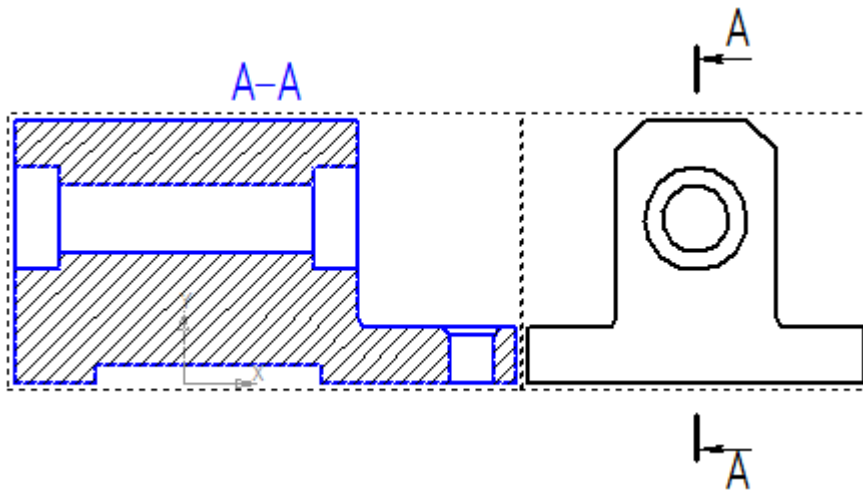
Линии невидимого контура изображать не нужно! (кнопка отключения — на панели свойств, вкладка **Линии** — )



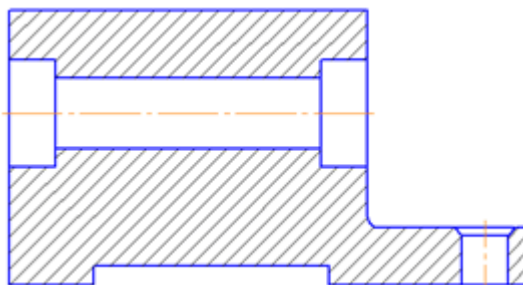
5. На месте главного изображения построите простой разрез, секущая плоскость которого проходит через плоскость симметрии детали.



6. В данный разрез попадает центральное отверстие и одно из отверстий в основании. Для построения разреза выберите команду **Обозначения** \Rightarrow **Линия разреза** \downarrow , и создайте разомкнутую линию, проходящую через вертикальную ось симметрии детали (разомкнутая линия должна выходить за габариты изображения). С курсором будет связано изображение разреза, разместите его на свободном месте листа.

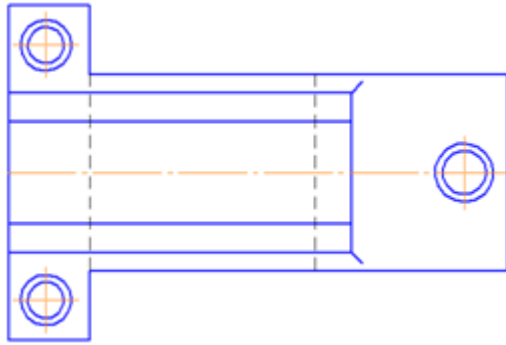


Так как секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии, то обозначать такой разрез не нужно.



Для того, чтобы скрыть обозначение положения линии разреза, сделайте вид слева текущим (дважды щелкните на рамке вида слева), изображение вида станет цветным. Выберите команду на панели инструментов **Текущее состояние** \Rightarrow **Управление слоями** . Создайте новый слой и выключите его видимость, щелкнув на кнопке (она погаснет). Нажмите ОК. Выделите на чертеже линию разреза, вызовите контекстное меню по правой клавише мыши и выберите пункт **Изменить слой** и укажите только что созданный слой. Изображение линии разреза исчезнет. Надпись над разрезом А-А можно просто удалить.

7. Чтобы не пропала информация о том, что паз в основании сквозной можно или оставить линии невидимого контура на виде сверху, или сделать местный разрез на виде слева. Других линий невидимого контура быть не должно.

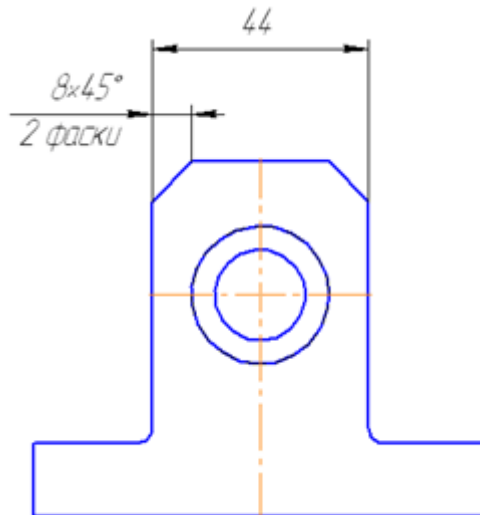


8. Нанесите размеры согласно требованиям ГОСТ 2.307-68.

Необходимо группировать размеры геометрического элемента на том изображении, на котором он наиболее наглядно представлен.

Так как мы не знаем, как используется данная деталь в какой-либо сборке, то можем проставлять размеры, только исходя из технологии изготовления данной детали.

Например, фаски на верхнем параллелепипеде наиболее наглядны на виде слева (ради которых данный вид и строился), значит, размеры на них должны стоять на виде слева. Так как все радиусы скруглений одинаковы по размеру, их величина записывается в технических требованиях.



9. Заполните основную надпись согласно ГОСТ 2.304-81.

Для чего войдите в режим редактирования основной надписи по двойному щелчку на ней.

В обозначении чертежа записываем: ТМ.0101ХХ.001, где ТМ – аббревиатура кафедры; 01 – номер темы; вторая пара 01 – номер задания; ХХ – ваш номер варианта (**указать свой!**); 001 – номер чертежа по данной теме задания.

Окончательный чертеж приведен на Рисунке 6.3.

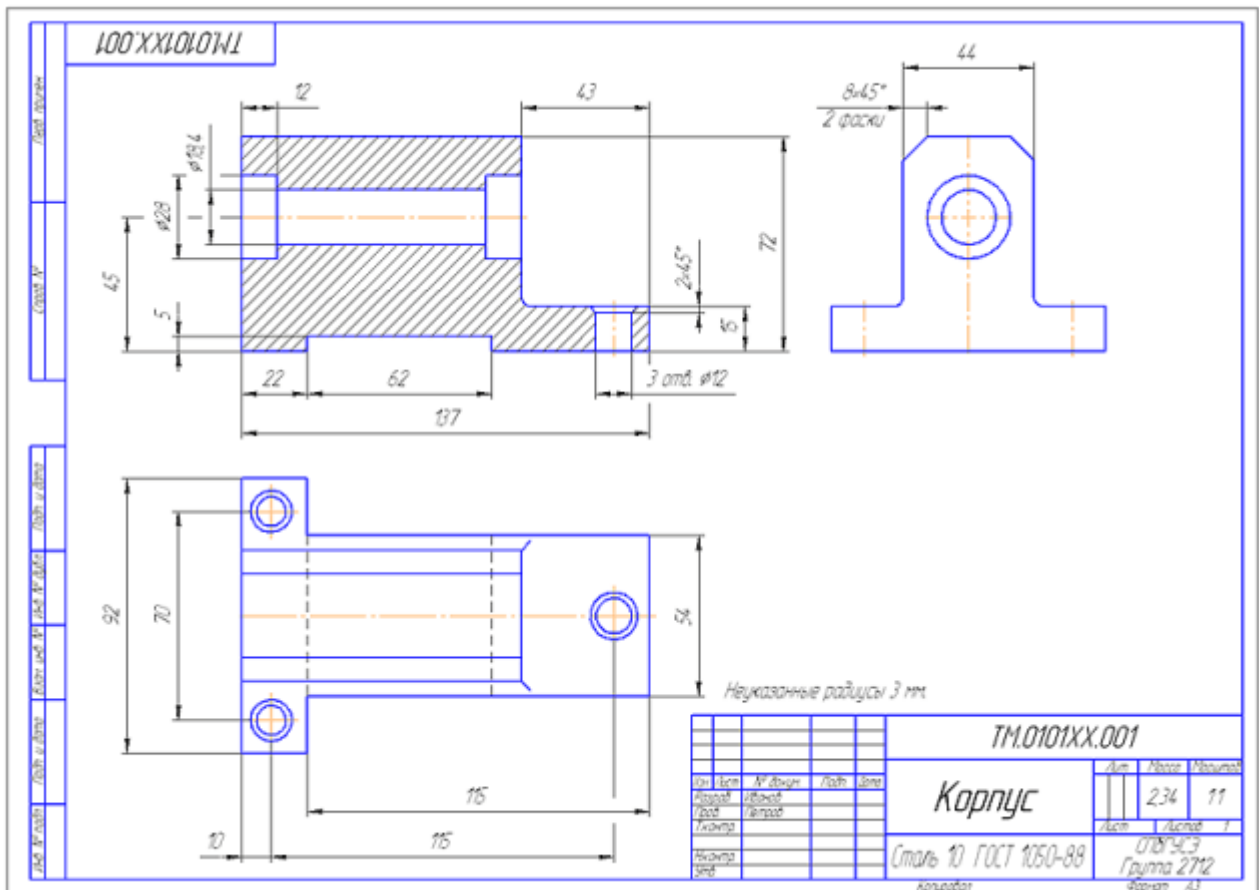


Рисунок 3 — Пример выполнения чертежа «Построение простого разреза».

Форма отчетности: оформить отчет по лабораторной работе с помощью САПР «КОМПАС» 3D, используя краткие теоретические сведения и справочную систему САПР «КОМПАС».

Задания для самостоятельной работы:

повторение теоретического и практического материала по теме практического занятия с целью закрепления полученных навыков и умений в области инженерного проектирования.

Основная литература:

- 1) Евстигнеев А.Д. Основы компьютерного обеспечения машиностроительного производства: учебно-практическое пособие / А.Д. Евстигнеев; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Ульяновский государственный технический университет", Институт дистанционного и дополнительного образования. - Ульяновск: УлГТУ, 2013. - 149 с.: ил., табл., схем.-Библ. в кн. [Электронный ресурс];
- 2) Шпаков, П.С. Основы компьютерной графики: учебное пособие / П.С. Шпаков, Ю.Л. Юнаков, М.В. Шпакова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. - 398 с.: табл., схем. [Электронный ресурс];

Дополнительная литература:

- 1) Гумерова Г.Х. Основы компьютерной графики: учебное пособие / Г.Х. Гумерова; Министерство образования и науки России, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 87 с.: ил., табл. [Электронный ресурс];
- 2) Красильникова, Г. А. Автоматизация инженерно-графических работ. AutoCAD 2000, КОМПАС-ГРАФИК 5.5, MiniCAD 5.1: учебник для вузов / Г. А.Красильникова, В. В. Самсонов, С. М. Тарелкин. - Санкт-Петербург: Питер, 2001. - 255с.

Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Принципы построения ассоциативных чертежей;
- 2) Заполнение основной надписи согласно ГОСТ 2.304-81.

Практическое занятие № 6 (8 часов).

Тема: создание сборочного чертежа и спецификации разъемного соединения.

Цель работы:

- 1) изучить и получить навыки применения правил изображения и обозначения резьбы в соответствии с ГОСТ 2.311–68;
- 2) изучить особенности расчета стандартных резьбовых крепежных соединений;
- 3) изучить особенности создания сборочного чертежа и спецификации;
- 4) получить навыки построения изображений резьбовых крепежных соединений.

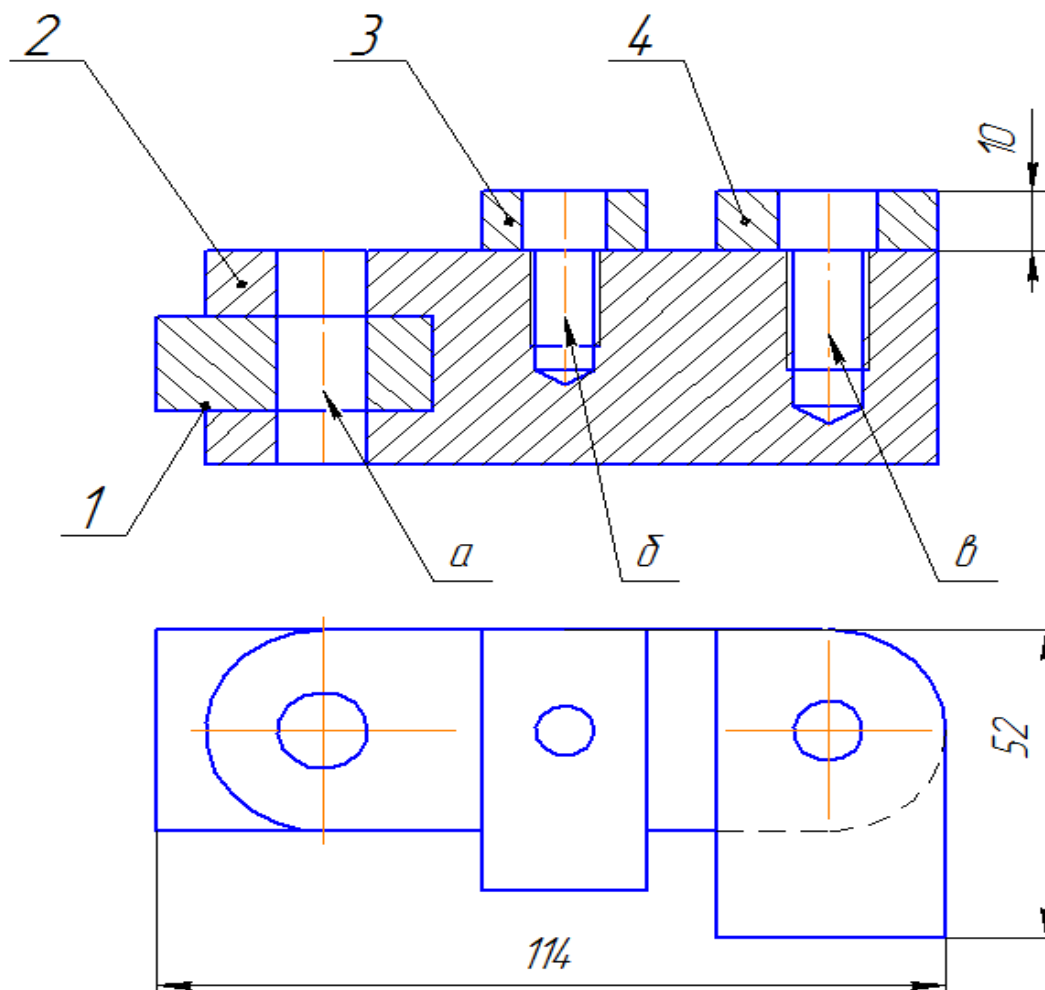
Ход работы:

докonstrуировать узел с учетом расчетов параметров стандартных крепежных изделий;
выполнить сборочный чертеж заданных соединений;
выполнить спецификацию;
выполнить чертеж указанной в задании детали;
нанести необходимые размеры согласно ГОСТ 2.307-68.

Порядок выполнения:

- по исходным данным шпильки выбрать материал детали, в которую она ввинчивается;
- в зависимости от глубин ввинчивания шпильки и винта определить параметры отверстий под них, при условии, что отверстия в корпусной детали под винт и шпильку должны быть глухими;
- докonstrуировать узел, выбрав толщины соединяемых деталей с учетом расчетов и условий задачи, выдерживая пропорциональные соотношения деталей (см. Рисунок задания);
- по заданным диаметрам резьбы рассчитать длины крепежных изделий;
- вставить в чертеж из библиотеки изображения глухих резьбовых отверстий и стандартных крепежных изделий;
- отредактировать изображения;
- нанести позиции;
- создать объекты спецификации;
- нанести размеры на сборочном чертеже, согласно правилам нанесения размеров (ГОСТ 2.307-68);
- создать спецификацию;
- создать чертеж указанной в задании детали;
- заполнить основную надпись.

Рассмотрим выполнение данного задания на примере шпилечного соединения. Построим конструктивные изображения соединений. Вариант задания показан на Рисунке 1. Исходные данные следующие:



1. Выполнить спецификацию и сборочный чертеж соединения, использующего следующие стандартные крепежные изделия: Болт М12 (ГОСТ 7798–70), Винт М10 (ГОСТ 1491–72), Шпилька М12 (ГОСТ 22034–76), Гайка ГОСТ 5915–70, Шайба ГОСТ 6402–70 (под шпильку), Шайба ГОСТ 11371–70.
2. Выполнить чертеж детали поз. 3 (основание)
a – болтовое соединение, *б* – винтовое, *в* – шпильное

Рисунок 1. – Пример задания работы по теме «Резьбовые соединения».

Построение шпильного соединения

1. Шпилька ГОСТ 22034-76 имеет глубину ввинчивания ($l_{\text{вв}}$) $1,25d$, где d – диаметр резьбы. Это означает, что материал основания, например, чугун. Рассчитайте параметры отверстия.

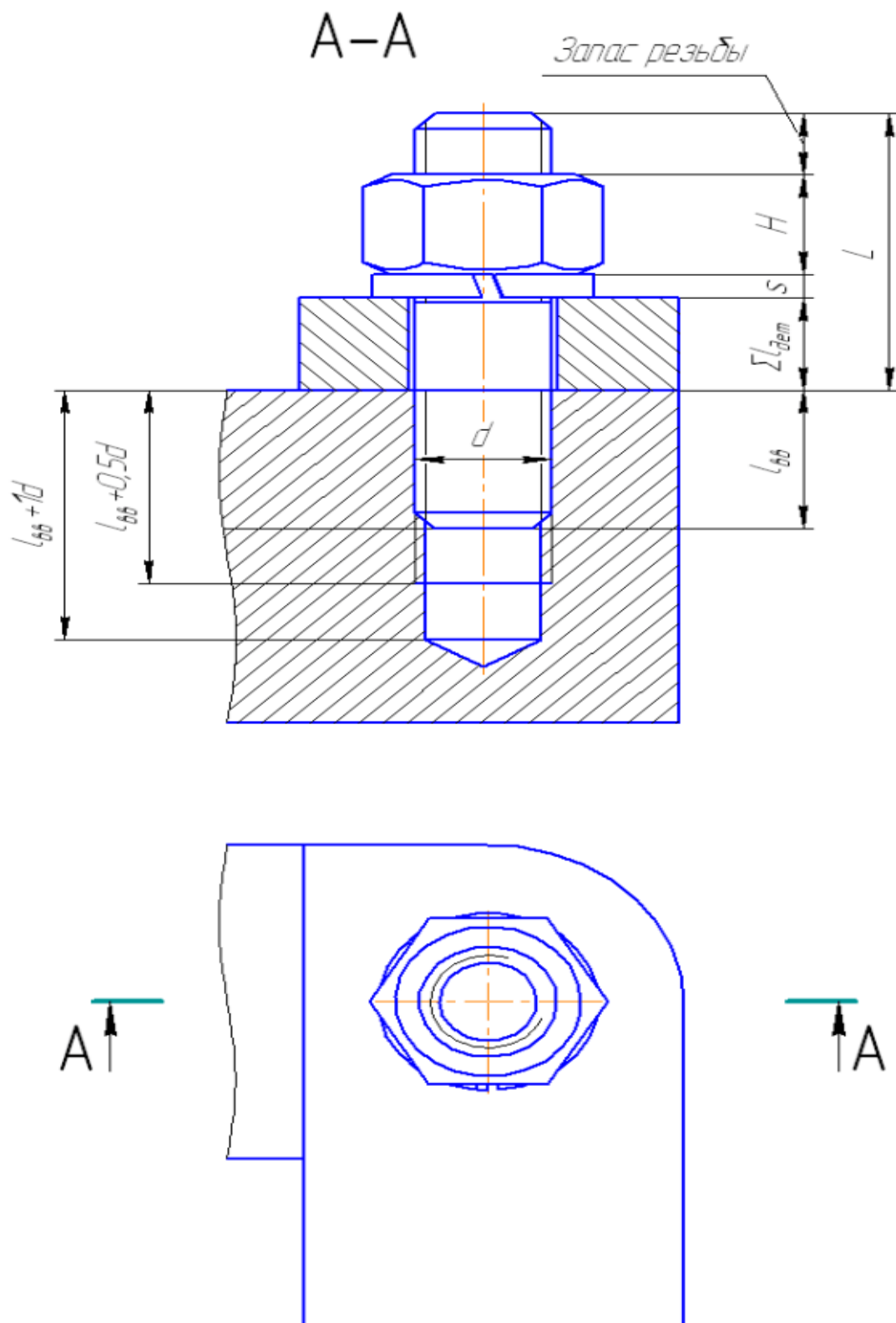


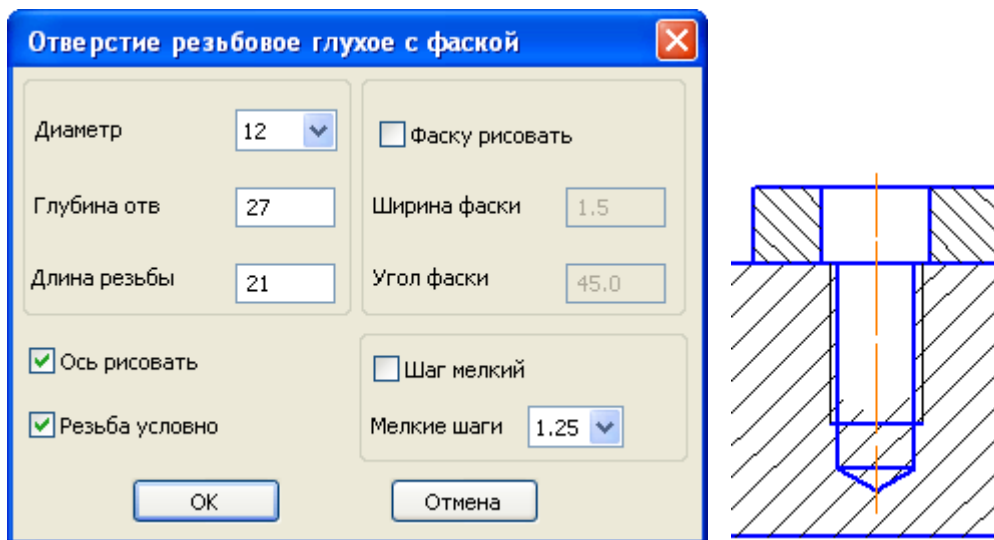
Рисунок 9.2 – Расчетные параметры шпилечного соединения

Глубина ввинчивания $l_{66} = 1,25d = 1,25 * 12 = 15$ мм

Глубина отверстия = $l_{66} + d = 15 + 12 = 27$ мм

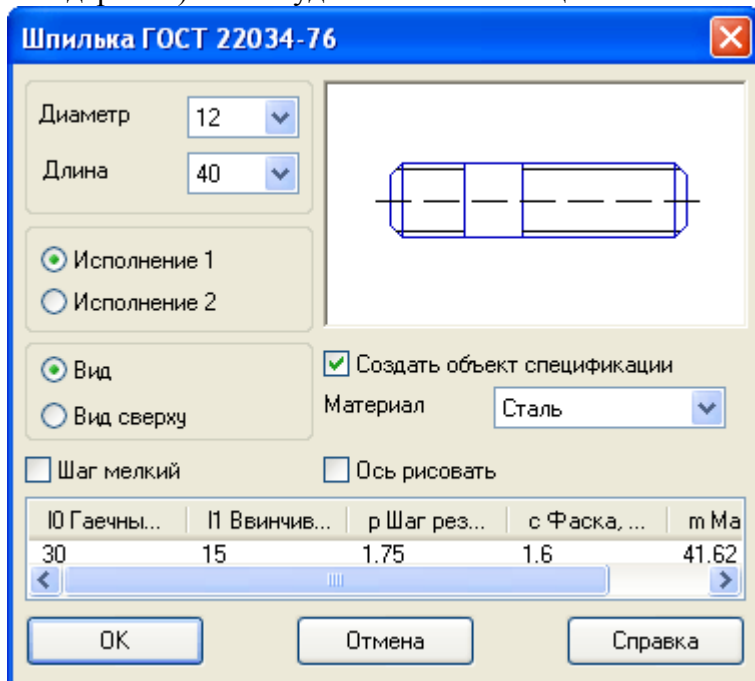
Глубина резьбы = $l_{66} + 0,5d = 15 + 0,5 * 12 = 21$ мм

2. Вставьте из библиотеки **Прочие** ⇒ **Прикладная библиотека КОМПАС** ⇒ **Резьбовые отверстия** ⇒ **Глухое отверстие**. В диалоговом окне задайте следующие параметры:

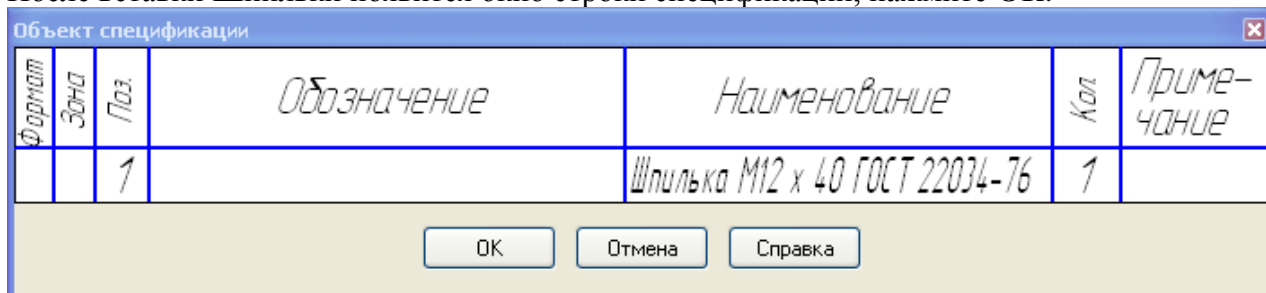


3. Если отверстие заходит за толщину основания, толщину необходимо увеличить (чтобы, примерно, расстояние от границы отверстия до нижней границы основания было не менее **1d**), используя для этого команду редактирования **Деформация сдвигом**.

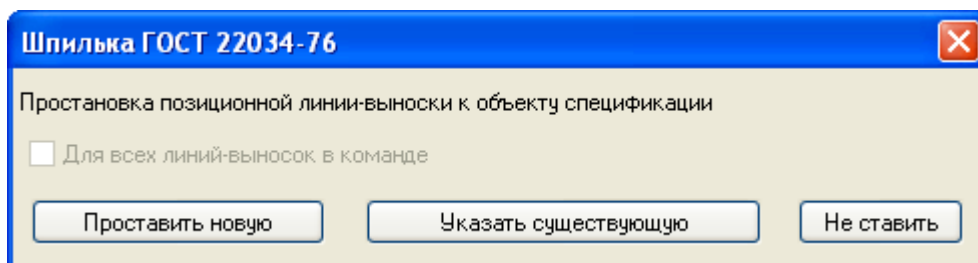
4. Вставьте из библиотеки **Машиностроение**⇒**Конструкторская библиотека**⇒**Шпильки**⇒**Шпилька ГОСТ22034-76**. В диалоговом окне задайте следующие параметры (длину можно задать произвольную, или расчетную, приведенную к стандартной). Не забудьте включить опцию **Создать объект спецификации!**



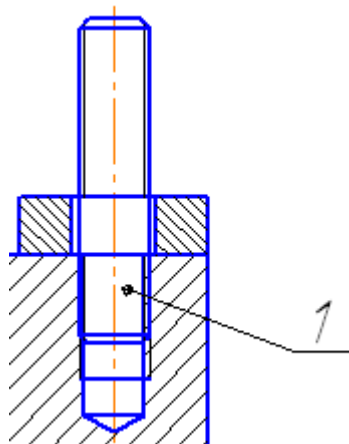
После вставки Шпильки появится окно строки спецификации, нажмите **ОК**.



После появится диалоговое окно простановки позиционной линии-выноски:

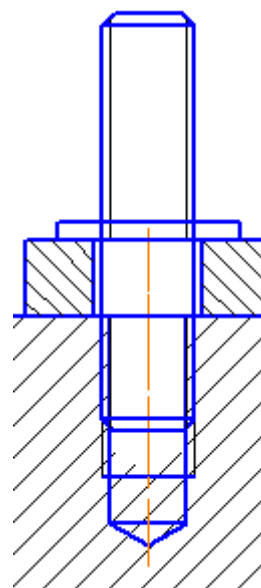
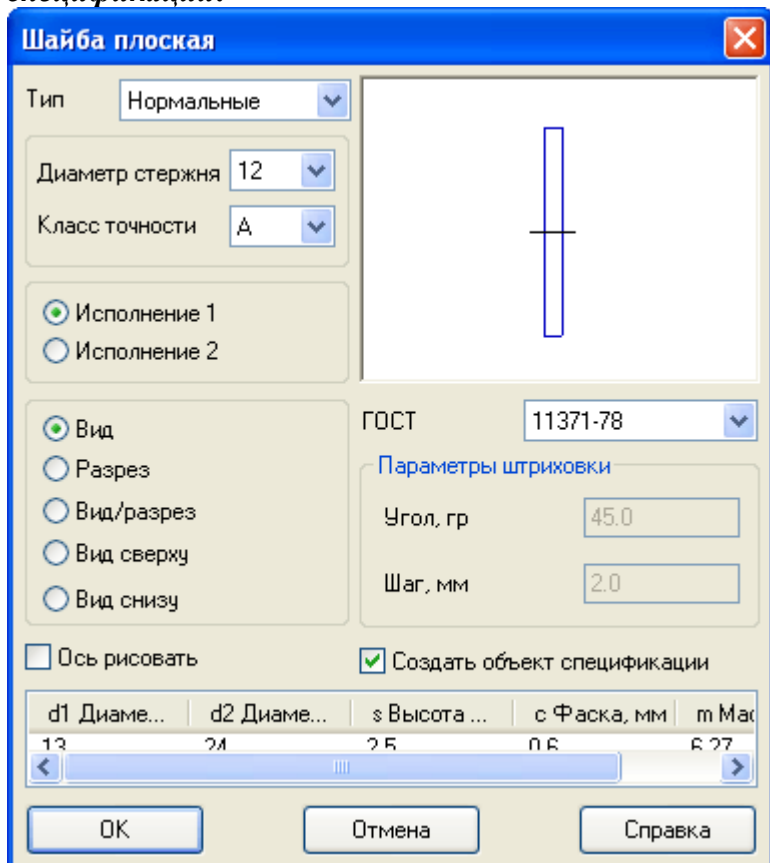


Выберите кнопку Проставить новую и создайте позиционную линию-выноску на шпильку. Выйдите из команды вставки шпильки.



5. Если отверстие в присоединяемой детали меньше и равно диаметру шпильки, отредактируйте его, увеличив диаметр.

Вставьте из библиотеки **Машиностроение**⇒**Конструкторская библиотека**⇒**Шайбы**⇒**Плоская шайба (Шайба ГОСТ11371-78)**. В диалоговом окне задайте параметры, представленные на рисунке ниже. Не забудьте включить опцию *Создать объект спецификации!*



После вставки Шайбы появится окно строки спецификации, нажмите **ОК**.

Объект спецификации						
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1		2		Шайба 12 ГОСТ 11371-78	1	

OK Отмена Справка

После появится диалоговое окно проставки позиционной линии-выноски:

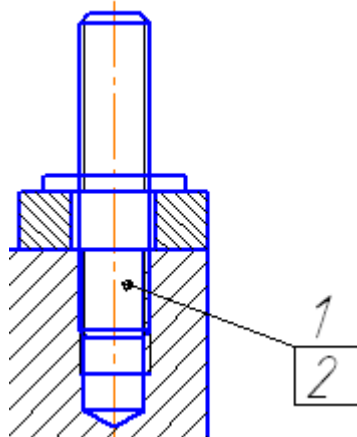
Плоская шайба

Проставка позиционной линии-выноски к объекту спецификации

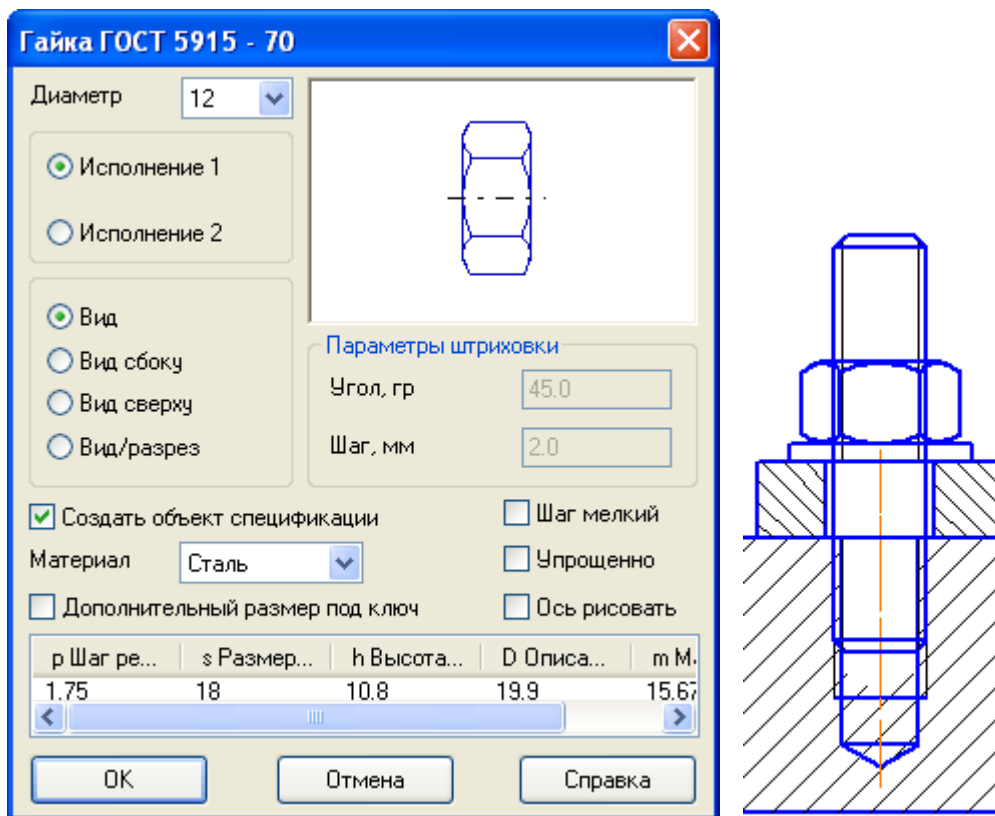
Для всех линий-выносок в команде

Проставить новую Указать существующую Не ставить

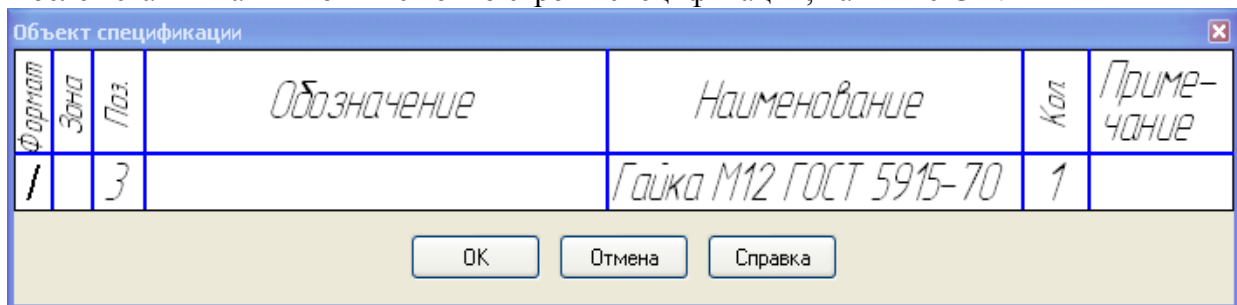
Выберите кнопку **Указать существующую** и укажите позиционную линию-выноску на шпильку. Выйдите из команды вставки шайбы.



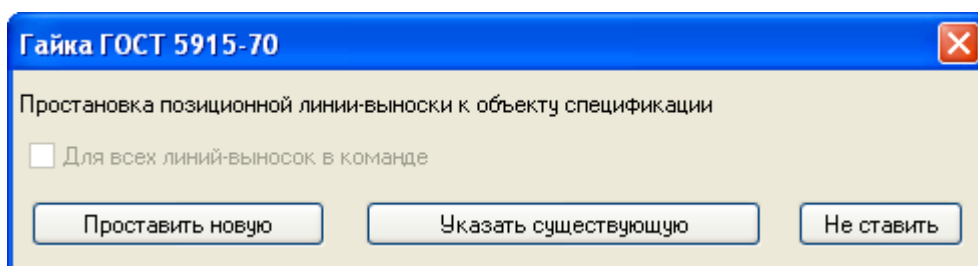
6. Вставьте из библиотеки **Машиностроение**⇒**Конструкторская библиотека**⇒**Гайки**⇒**Гайки шестигранные**⇒**Гайки нормальные**⇒**Гайка ГОСТ5915-70**. В диалоговом окне задайте параметры, представленные на рисунке ниже. Не забудьте включить опцию **Создать объект спецификации!**



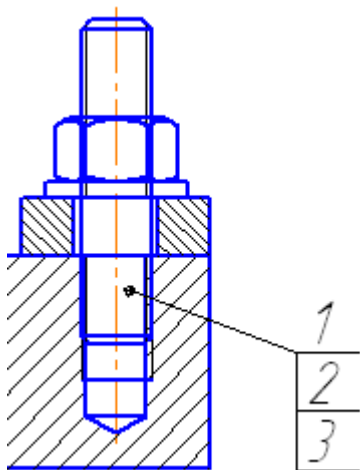
После вставки Гайки появится окно строки спецификации, нажмите **ОК**.



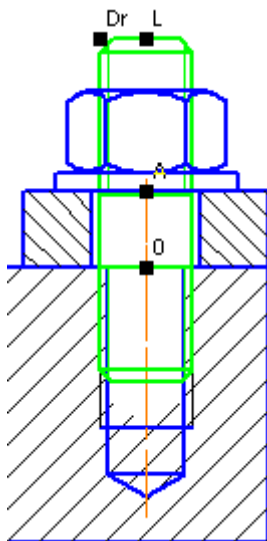
После появится диалоговое окно простановки позиционной линии-выноски:



Выберите кнопку **Указать существующую** и укажите позиционную линию-выноску на шпильку. Выйдите из команды вставки гайки.



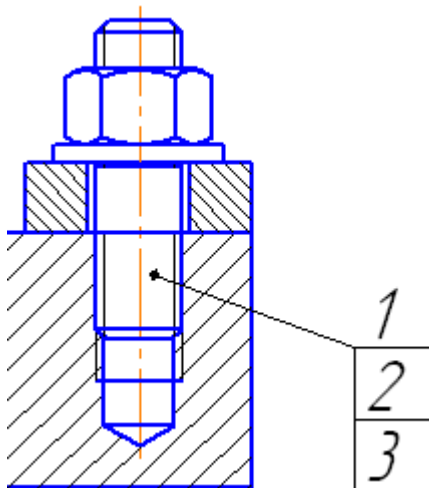
7. Измените за ручку **L** длину шпильки так, чтобы запас резьбы шпильки был примерно **0,5d**.



После редактирования снова появится окно строки спецификации с измененными параметрами Шпильки, нажмите **ОК**.

Объект спецификации						
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		1		Шпилька М12 х 30 ГОСТ 22034-76	1	


8. Отредактируйте изображение, удалите и заново выполните штриховку нужной области, обрежьте лишние фрагменты линий, используя команду редактирования **Усечь кривую**. Окончательное изображение шпилечного соединения представлено на рисунке.



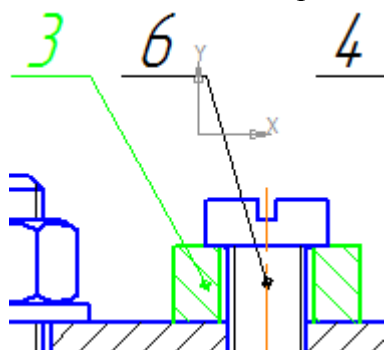
Остальные стандартные крепежные изделия и отверстия под них вставляются аналогично рассмотренному выше.

Построение сборочного чертежа и спецификации:

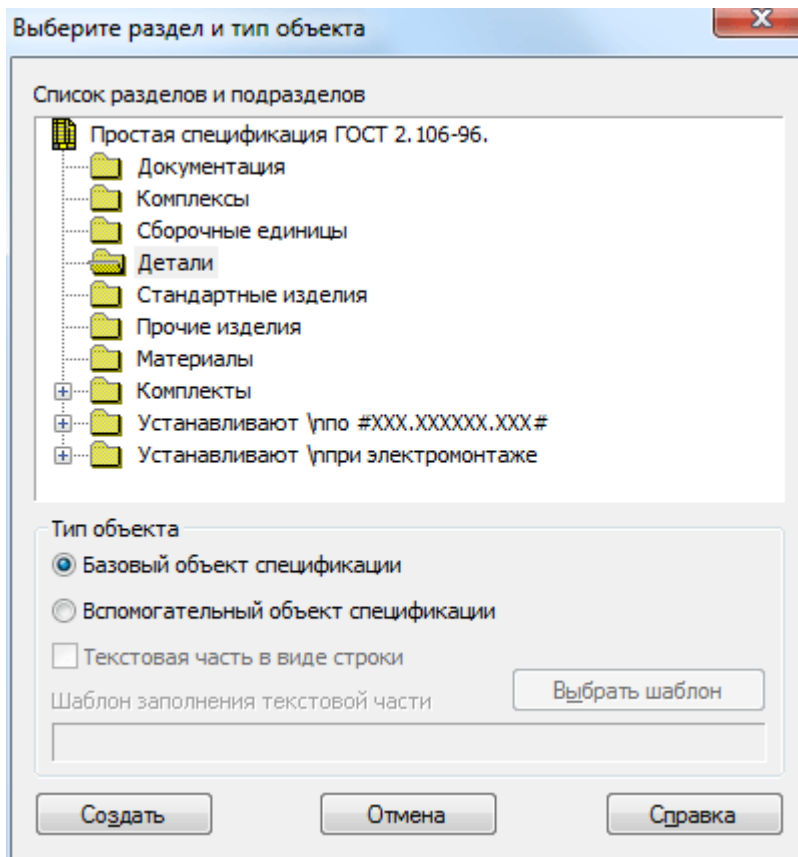
1. После вставки всех стандартных крепежных изделий и внесения необходимых изменений в соединяемые детали, приступайте к оформлению сборочного чертежа и созданию спецификации.

На все стандартные крепежные изделия позиции уже стоят. Проставьте позиции на остальные компоненты сборочной единицы, используя команду **Обозначение позиций** .

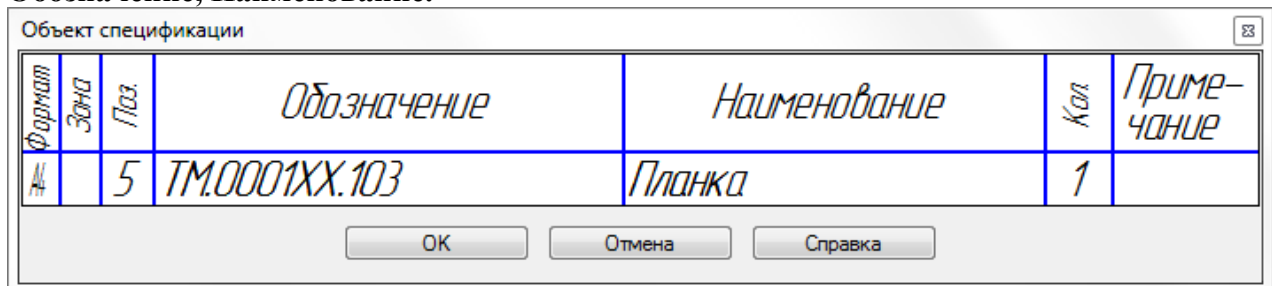
Выделите любым удобным способом изображение одной составной части, например, Планки, на всех изображениях и добавьте в выделение номер позиции.



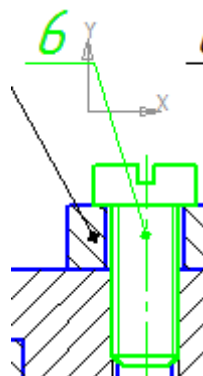
2. Выберите команду меню **Спецификация**⇒**Добавить объект**. В появившемся диалоговом окне выберите раздел спецификации – **Детали**, нажмите **Создать**.



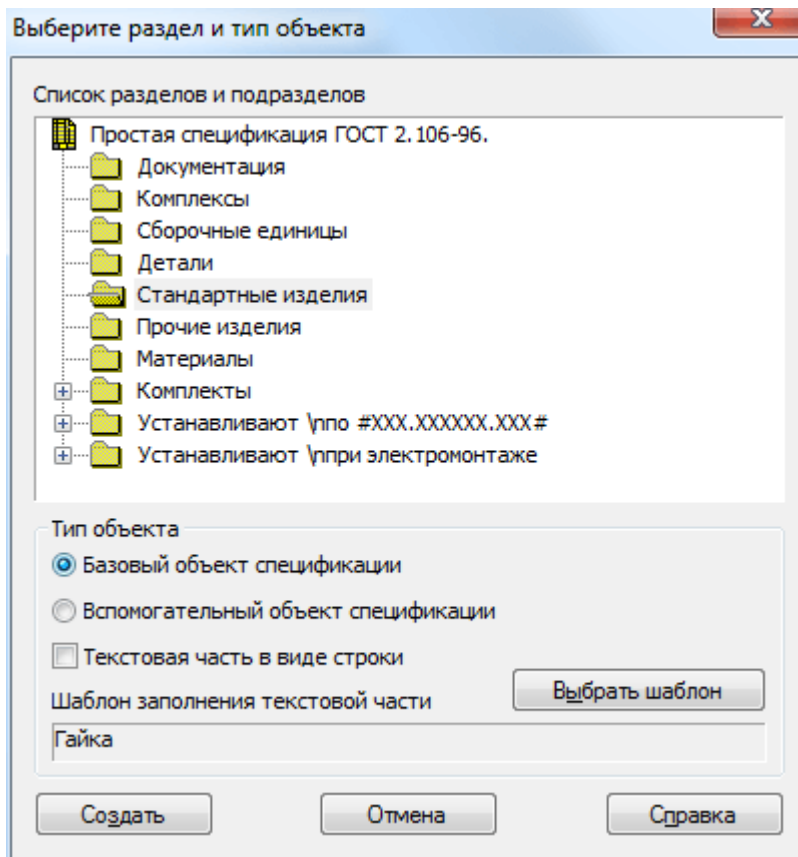
В появившемся окне строки спецификации, заполните свойства объекта – **Формат, Обозначение, Наименование.**



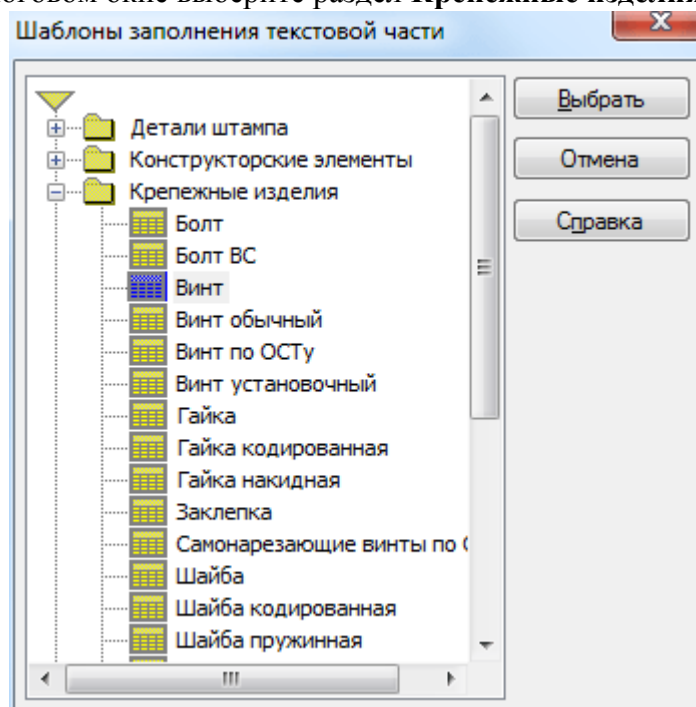
3. Если по каким-то причинам, вы, при вставке из библиотеки стандартного крепежного изделия, не отмечали опцию Создать объект спецификации, то, также выделите на всех изображениях изображение стандартного изделия например, Винта и номер позиции.



Выберите команду меню **Спецификация⇒Добавить объект.** В появившемся диалоговом окне выберите раздел спецификации – **Стандартные изделия,** нажмите кнопку **Выбрать шаблон.**



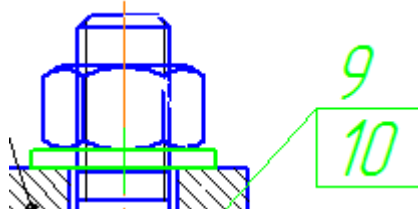
В появившемся диалоговом окне выберите раздел **Крепежные изделия**⇒**Винт**.



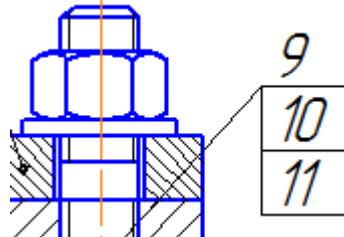
В появившемся окне строки спецификации, проверьте, а при необходимости, измените свойства объекта – **Наименование**.

Объект спецификации						
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		7		Винт 2 М10 х 125-6g х 2558.35X.01 ГОСТ Р 11738-84	1	



4. Для добавления позиции на стандартное изделие, так, чтобы позиции были на одной выносной линии (для шпилечного и болтового соединений), выделите, например, Шайбу болтового соединения и номер позиции, который уже проставлен на Болт и Гайку.

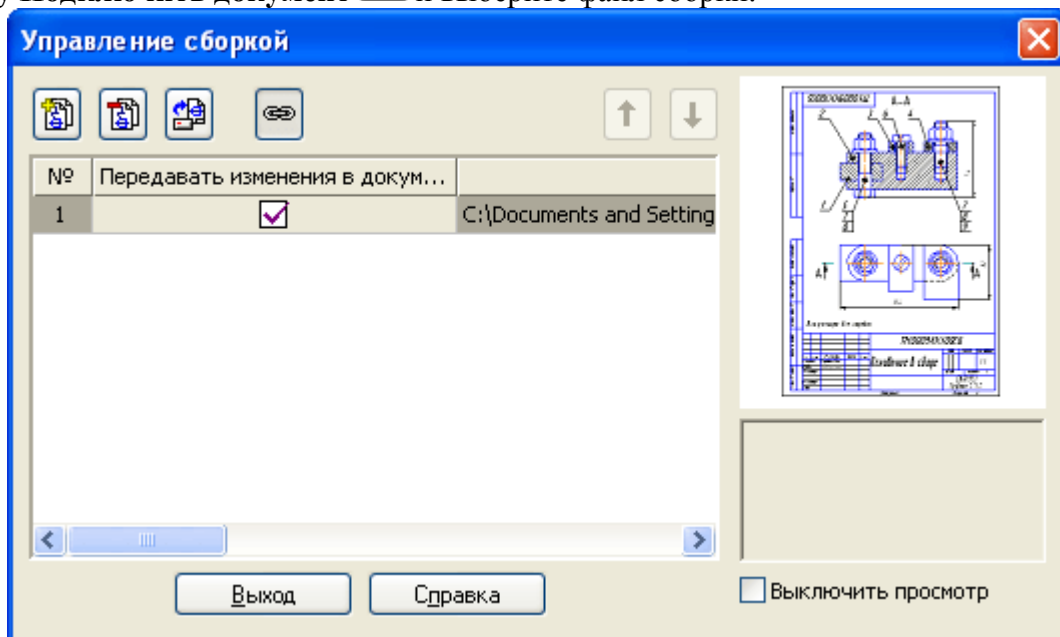



5. Повторите действия для Шайбы, подобно описанным в трех предыдущих пунктах. Номер позиции с полочкой на шайбу автоматически добавится к существующим.



6. Создайте файл Спецификация.

Выберите команду **Управление сборкой** . В появившемся диалоговом окне выберите команду **Подключить документ**  и выберите файл сборки.



7. Автоматически в спецификации отобразятся все компоненты сборки, созданные на предыдущих шагах. Добавьте раздел Документация, используя кнопку **Добавить раздел** . На панели свойств выберите вкладку **Документы**, нажмите кнопку **Добавить документ** и

укажите файл сборки, на появившийся вопрос, ответьте Да. В результате все данные основной надписи сборочного чертежа будут скопированы в строку спецификации.

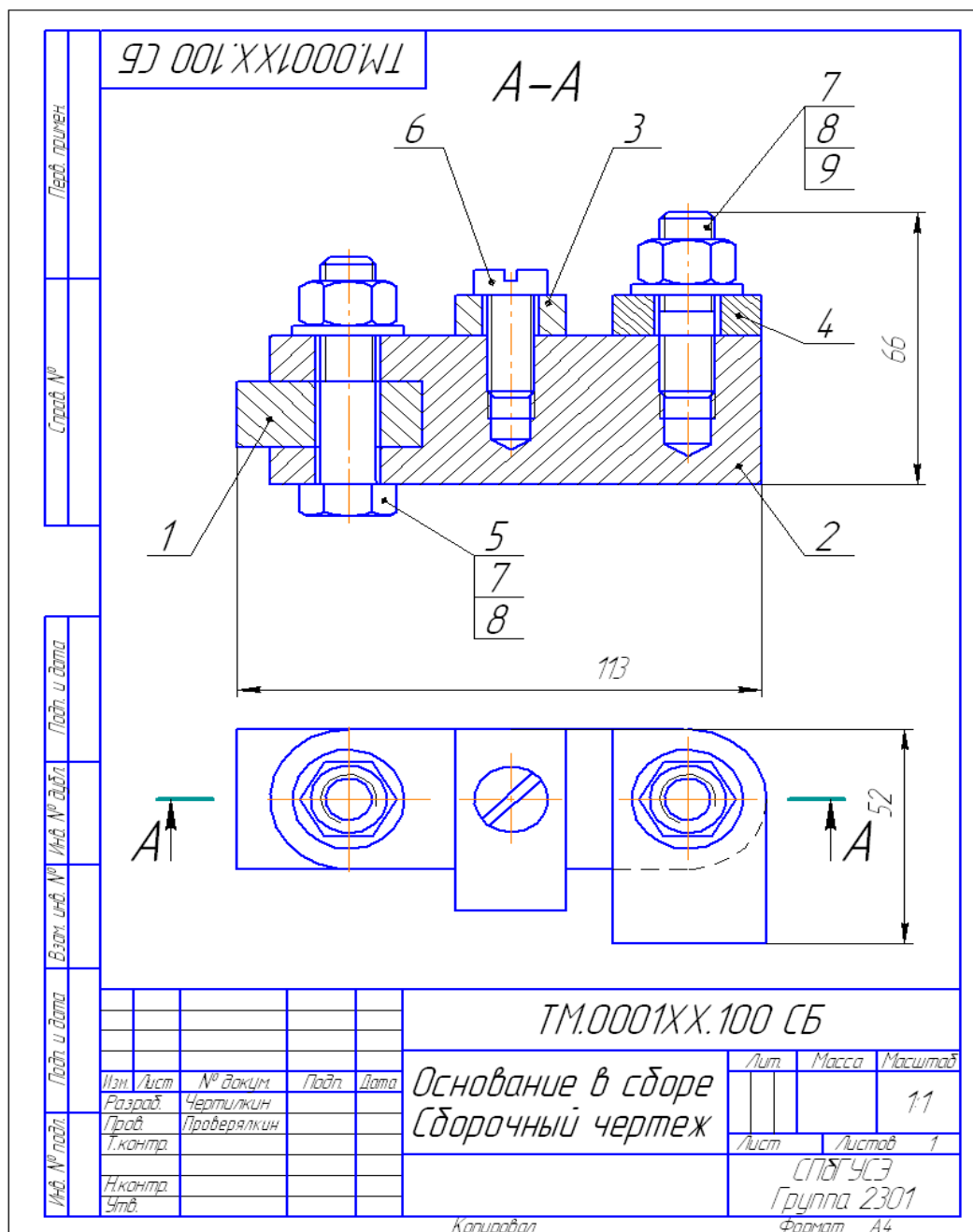


Рисунок 3. – Пример оформления сборочного чертежа.

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
<i>Документация</i>					
		ТМ.0001ХХ.100 СБ	Сборочный чертёж	1	
<i>Детали</i>					
	1	ТМ.0001ХХ.101	Планка	1	
	2	ТМ.0001ХХ.102	Основание	1	
	3	ТМ.0001ХХ.103	Планка	1	
	4	ТМ.0001ХХ.104	Планка	1	
<i>Стандартные изделия</i>					
	5		Болт М12 х 55 ГОСТ 7798-70	1	
	6		Винт М10 х 25 ГОСТ 1491-80	1	
	7		Гайка М12 ГОСТ 5915-70	2	
	8		Шайба 12 ГОСТ 11371-78	2	
	9		Шпилька М12 х 30 ГОСТ 22034-76	1	
ТМ.0001ХХ.100					
Изм. / лист		№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Чертилкин			
Проб.		Проверялкин			
И.контр.					
Утв.					
Основание в сборе			Лит.	Лист	Листов
			1	1	1
			СПбГУЭС Группа 2301		
			Формат А4		

Рисунок 4. – Пример выполнения спецификации.

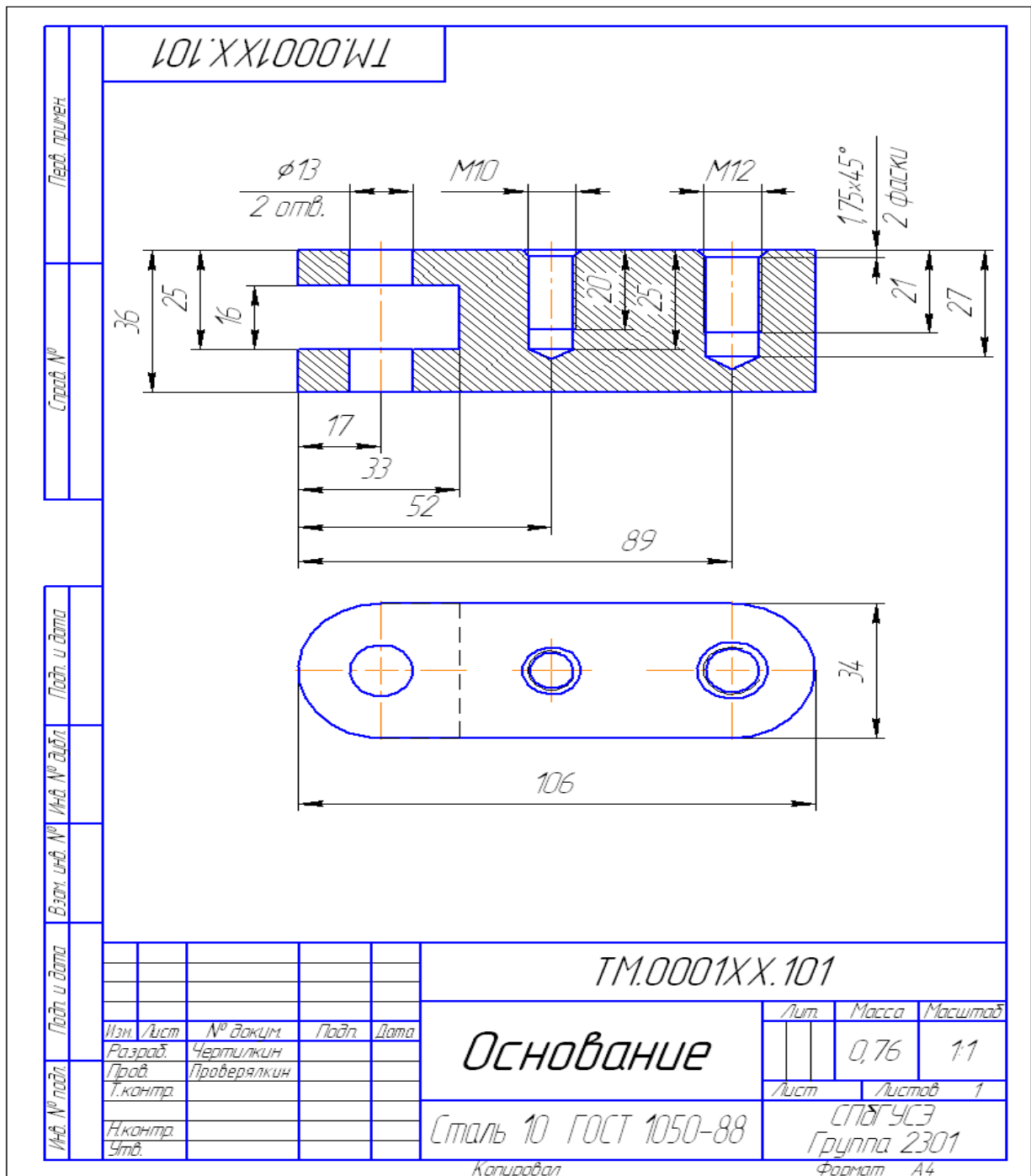


Рисунок 5. – Чертеж детали.

Форма отчетности: оформить отчет по лабораторной работе с помощью САПР «КОМПАС» 3D, используя краткие теоретические сведения и справочную систему САПР «КОМПАС».

Задания для самостоятельной работы: повторение теоретического и практического материала по теме практического занятия с целью закрепления полученных навыков и умений в области инженерного проектирования.

Основная литература:

1) Евстигнеев А.Д. Основы компьютерного обеспечения машиностроительного производства: учебно-практическое пособие / А.Д. Евстигнеев; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Ульяновский государственный технический университет", Институт дистанционного и дополнительного образования. - Ульяновск: УлГТУ, 2013. - 149 с.: ил., табл., схем.-Библ. в кн. [Электронный ресурс];

2) Авлукова Ю.Ф. Основы автоматизированного проектирования: учебное пособие/ Ю.Ф. Авлукова. - Минск: Высшая школа, 2013. - 219 с. [Электронный ресурс].

Дополнительная литература:

- 1) Гумерова Г.Х. Основы компьютерной графики: учебное пособие / Г.Х. Гумерова; Министерство образования и науки России, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 87 с.: ил., табл. [Электронный ресурс];
- 2) Красильникова Г. А. Автоматизация инженерно-графических работ. AutoCAD 2000, КОМПАС-ГРАФИК 5.5, MiniCAD 5.1: учебник для вузов / Г. А.Красильникова, В. В. Самсонов, С. М. Тарелкин. - Санкт-Петербург: Питер, 2001. - 255с.

Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Назначение спецификации;
- 2) Основные разделы спецификации;
- 3) Виды и назначение стандартных крепежных изделий.

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

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

- получения информации при подготовке к практическим занятиям;
- создания презентационного материала для аудиторных занятий;

ПО:

- ОС Windows 7 Professional;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
- КОМПАС – 3D V 13.

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>№ ПЗ, Лк</i>
1	3	4	5
ПЗ	лаборатория автоматизации систем проектирования	Системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD (3 шт.); Системный блок Cel D-315 (2 шт); Системный блок CPU 4000.2*512MB (5 шт); Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG (6 шт.); Системный блок iCel 433 (5 шт.); Принтер HP LJ P2015	№ 1- № 6
Лк	лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Проектор мультимедийный «CASIO» XJ-UT310WN с настенным креплением CASIO YM-88 Интерактивная доска Promethean 88 ActivBoard Touch Dry Erase 6 касаний с настенным креплением и программным обеспечением Promethean ActivInspire Монитор 17"LG L1753-SF (silver-blek) Системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD	№ 1- № 6
СР	ЧЗ-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
ПК-10	способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования;	1. Роль автоматизации инженерно-графических работ в деятельности современного инженера.	1.1. Введение в автоматизированное проектирование. 1.2. Уровни и стадии проектирования. 1.3. Модели и их параметры в САПР. 1.4. Типы САПР в области машиностроения.	Экзаменационные вопросы 1.1.-1.24.
ПСК-2.7	способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ	2. Автоматизация графических работ в среде КОМПАС-3D.	2.1. Построение ассоциативных чертежей деталей по выполненной модели. 2.2. Создание сборочного чертежа и спецификации разъемного соединения.	Экзаменационные вопросы 2.1.-2.11.

2. Вопросы к экзамену.

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ПК-10	способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования;	<p>1.1. Место АИГР в процессе проектирования;</p> <p>1.2. Взаимосвязь систем АИГР с процедурами проектирования;</p> <p>1.3. Состав ЕСКД;</p> <p>1.4. Основные положения ЕСКД;</p> <p>1.5. Классификация геометрических моделей;</p> <p>1.6. Комплекс средств АИГР;</p> <p>1.7. Состав комплекта конструкторской документации;</p> <p>1.8. Текстовые конструкторские документы, виды, комплектность;</p> <p>1.9. Растровая и векторная графика;</p> <p>1.10. Трехмерное твердотельное моделирование;</p> <p>1.11. Инженерный документооборот;</p> <p>1.12. Проекционное черчение;</p> <p>1.13. Классификация размеров на чертежах;</p> <p>1.14. Размеры и обозначения на чертежах;</p> <p>1.15. Эскизы. Правила выполнения;</p> <p>1.16. Разрезы и сечения на чертежах;</p> <p>1.17. Гибридная графика;</p> <p>1.18. Технические средства систем АИГР;</p> <p>1.19. Устройства для оцифровки элементов проектируемых изделий;</p> <p>1.20. Виды изделий;</p> <p>1.21. Виды и комплектность конструкторской документации;</p> <p>1.22. Основные преимущества использования трехмерного твердотельного моделирования в проектировании;</p> <p>1.23. Нормоконтроль конструкторской документации;</p> <p>1.24. Текстовые конструкторские документы.</p> <p>2.1. Прикладные библиотеки системы КОМПАС-График;</p> <p>2.2. Геометрические примитивы и их основные параметры;</p>	<p>1. Роль автоматизации инженерно-графических работ в деятельности современного инженера.</p> <p>2. Автоматизация графических работ в среде КОМПАС-3D.</p>
2.	ПСК-2.7	способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ;		

			<p>2.3. Формообразующие операции в системе КОМПАС 3D при построении трехмерных моделей;</p> <p>2.4. Классификация геометрических примитивов (2D);</p> <p>2.5. Классификация геометрических примитивов (3D);</p> <p>2.6. Булевы операции в графике;</p> <p>2.7. Технические средства систем АИГР;</p> <p>2.8. История чертежа;</p> <p>2.9. Виды привязок в Компас-3D;</p> <p>2.10. Как задаётся и удаляется локальная система координат (ЛСК);</p> <p>2.11. Порядок создания, заполнения и редактирования спецификации.</p>	
--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: ПК-10: современные информационные технологии для решения стандартных задач автоматизации инженерно-графических работ;</p> <p>ПСК-2.7: основы инженерного проектирования для организации и проведения инженерных расчетов и работ;</p> <p>Уметь: ПК-10: разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования;</p> <p>ПСК-2.7: эскизировать, читать и выполнять сборочные чертежи, сборочные узлы, сечения, разрезы деталей в соответствии со стандартами ЕСКД;</p> <p>Владеть: ПК-10: навыками технического проектирования и моделирования с использованием информационных</p>	<p>отлично</p>	<p>Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он демонстрирует полное освоение теоретического содержания дисциплины; представляет практические навыки работы на ПК с учетом основных требований информационной безопасности; все учебные задания выполнены правильно, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.</p>
	<p>хорошо</p>	<p>Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если в усвоении учебного материала им допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один – два недочета в формировании навыков решений практических задач при обработке статистической информации на ПК.</p>
	<p>удовлетворительно</p>	<p>Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если в его ответе содержание теоретического материала раскрыто неполно, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя.</p>

<p>компьютерных технологий и специального программного обеспечения.</p> <p>ПСК-2.7:</p> <p>способностью разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.</p>	<p>неудовлетворительно</p>	<p>обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний основных понятий информационных технологий, навыков решения практических задач на ПК.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

Изучение дисциплины «Автоматизация инженерно-графических работ» основывается на обучении будущих специалистов процессам автоматизированного выполнения инженерно-графических работ.

В ходе освоения раздела 1 – Роль автоматизации инженерно-графических работ в деятельности современного инженера – обучающиеся должны изучить современные информационные технологии для решения стандартных задач автоматизации инженерно-графических работ на основе информационной культуры с учетом основных требований информационной безопасности.

В ходе освоения раздела 2 – Автоматизация графических работ в среде КОМПАС–3D - обучающиеся должны:

- а) изучить основные типы документов, которые можно создавать с помощью САПР «КОМПАС - 3D»;
- б) решать научные и инженерные задачи проектирования с использованием компьютерной техники и компьютерных технологий;
- в) знать содержание конструкторской документации и принципы конструирования.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

- 1) Автоматизация графических работ в среде КОМПАС-3D;
- 2) Уровни и стадии проектирования;
- 3) Модели и их параметры в САПР;
- 4) Создание сборочного чертежа и спецификации разъемного соединения;

Закрепление всех вопросов, рекомендуемых для практических занятий, а также при подготовке к экзамену, требует основательной самостоятельной подготовки. Учитывая значимость самостоятельной работы, литература, вопросы для самопроверки - в разделах «Практическая работа» и «Фонд оценочных средств».

Работа с литературой является обязательной. При этом приветствуется привлечение дополнительных источников из Интернета. В случае возникновения определенных вопросов, обучающийся может обратиться к преподавателю за консультацией как на лабораторных работах, так и во время индивидуальных консультаций.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде лекций, практических занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Автоматизация инженерно-графических работ

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: освоение современных информационных технологий для решения стандартных задач автоматизации инженерно-графических работ на основе информационной культуры с учетом основных требований информационной безопасности.

Задачей изучения дисциплины является: практическое использование на практике технических средств и специального программного обеспечения с целью увеличения производительности труда, сокращению сроков проектирования и повышению качества разработки инженерных проектов.

2. Структура дисциплины

2.1 Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа, 4 зачетных единицы.

Основные разделы дисциплины:

1. Роль автоматизации инженерно-графических работ в деятельности современного инженера;
2. Автоматизация графических работ в среде КОМПАС-3D.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-10- способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования;

ПСК-2.7 - способностью разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

*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 иностранных языков № ____ от «__» _____ 20 __ г.,

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ПК-10	способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования	1. Роль автоматизации инженерно-графических работ в деятельности современного инженера.	1.1. Введение в автоматизированное проектирование. 1.2. Уровни и стадии проектирования. 1.3. Модели и их параметры в САПР. 1.4. Типы САПР в области машиностроения.	Тестовое задание (всего 30 заданий); отчеты по ПЗ.
ПСК-2.7	способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ	2. Автоматизация графических работ в среде КОМПАС-3D.	2.1. Построение ассоциативных чертежей деталей по выполненной модели. 2.2. Создание сборочного чертежа и спецификации разъемного соединения.	Контрольные вопросы для собеседования №1-№78; отчеты по ПЗ.

Тестовое задание:

1. Что такое этап реализации?
 - построение выводов по данным, полученным путем имитации;
 - теоретическое применение результатов программирования;
 - + практическое применение модели и результатов моделирования.
2. Для чего служит прикладное программное обеспечение?
 - планирования и организации вычислительного процесса в ЭВМ;

- + реализация алгоритмов управления объектом;
 - планирования и организации алгоритмов управления объектом.
3. Тожественная декомпозиция это операция, в результате которой...
- + любая система превращается в саму себя;
 - средства декомпозиции тождественны;
 - система тождественна.
4. Расчлененная система – это...
- система, для которой существуют средства программирования;
 - система, разделенная на подсистемы;
 - + система, для которой существуют средства декомпозиции.
5. На что не ориентируются при выборе системы управления, состоящей из нескольких элементов?
- на быстродействие и надежность;
 - + на определенное число элементов;
 - на функциональную полноту.
6. Что понимается под программным обеспечением?
- + соответствующим образом организованный набор программ и данных;
 - набор специальных программ для работы САПР;
 - набор специальных программ для моделирования.
7. Параллельная коррекция системы управления позволяет...
- + обеспечить введение интегралов и производных от сигналов ошибки;
 - осуществить интегральные законы регулирования;
 - скорректировать АЧХ системы.
8. Модульность структуры состоит
- в построении модулей по иерархии;
 - на принципе вложенности с вертикальным управлением;
 - + в разбиении программного массива на модули по функциональному признаку.
9. Что понимают под синтезом структуры АСУ?
- процесс исследования, определяющий место эффективного элемента, как в физическом, так и техническом смысле;
 - + процесс перебора вариантов построения взаимосвязей элементов по заданным критериям и эффективности АСУ в целом;
 - процесс реализации процедур и программных комплексов для работы АСУ.
10. Результаты имитационного моделирования...
- + носят случайный характер, отражают лишь случайные сочетания действующих факторов, складывающихся в процессе моделирования;
 - являются неточными и требуют тщательного анализа.
 - являются источником информации для построения реального объекта.
11. Структурное подразделение систем осуществляется...
- по правилам моделирования;
 - по правилам разбиения;
 - + по правилам классификации.
12. Какими могут быть средства декомпозиции?
- имитационными;
 - + материальными и абстрактными;
 - реальными и нереальными.
13. Что понимают под классом?
- + совокупность объектов, обладающих некоторыми признаками общности;
 - последовательное разбиение подсистем в систему;
 - последовательное соединение подсистем в систему.

14. Как еще иногда называют имитационное моделирование?
- методом реального моделирования;
 - методом машинного эксперимента;
 - + методом статистического моделирования.
15. Чему при проектировании систем управления уделяется большое внимание?
- + сопряжению чувствительного элемента системы с ее вычислительными средствами;
 - быстродействию и надежности;
 - массогабаритным показателям и мощности.
16. За счет чего достигается подобие физического реального явления и модели?
- за счет соответствия физического реального явления и модели;
 - + за счет равенства значений критериев подобности;
 - за счет равенства экспериментальных данных с теоретическими подобными.
17. Для чего производится коррекция системы управления?
- + для обеспечения заданных показателей качества процесса управления;
 - для увеличения производительности системы;
 - для управления объектом по определенному закону.
18. Что осуществляется на этапе интерпретации результатов?
- процесс имитации с получением необходимых данных;
 - практическое применение модели и результатов моделирования;
 - + построение выводов по данным, полученным путем имитации.
19. Из чего состоит программное обеспечение систем управления?
- + из системного и прикладного программного обеспечения;
 - из системного и информационного программного обеспечения;
 - из математического и прикладного программного обеспечения.
20. На чем основано процедурное программирование?
- на применении универсальных модулей;
 - + на применении унифицированных процедур;
 - на применении унифицированных сложных программ, которые объединяются по иерархическому принципу.
21. Что понимают под структурой АСУ?
- + организованную совокупность ее элементов;
 - совокупность процедур программных комплексов для реализации АСУ;
 - взаимосвязь, определяющую место элемента, как в физическом, так и в техническом смысле.
22. Что осуществляется на этапе подготовки данных?
- описание модели на языке, приемлемом для используемой ЭВМ;
 - определение границ характеристик системы, ограничений и измерителей показателей эффективности;
 - + происходит отбор данных, необходимых для построения модели, и представлении их в соответствующей форме.
23. Если неизменяемая часть системы содержит слабо демпфированные или консервативные звенья, то могут быть использованы корректирующие устройства, создающие...
- + отрицательный фазовый сдвиг без изменения амплитудной характеристики;
 - изменение амплитудной характеристики;
 - опережение по фазе.
24. Последовательная коррекция системы управления позволяет...
- + ввести в закон управления составляющие;
 - скорректировать АЧХ системы;
 - осуществить интегральные законы регулирования.

25. Для чего служит системное программное обеспечение?
- для реализации алгоритмов организации вычислительного процесса в ЭВМ;
 - + для планирования и организации вычислительного процесса в ЭВМ;
 - для реализации алгоритмов управления объектом.

26. При математическом моделировании в качестве объекта моделирования выступают...

- графики переходного процесса, описывающие объект по уравнениям;
- + исходные уравнения, представляющие математическую модель объекта;
- процессы, протекающие в математической модели.

27. Что осуществляется на этапе экспериментирования?

- построение выводов по данным, полученным путем имитации;
- практическое применение модели и результатов моделирования;
- + процесс имитации с получением необходимых данных.

28. При проектировании систем управления решающее значение имеет...

- массогабаритные показатели и мощность;
- + рациональный выбор чувствительных элементов или датчиков этих систем;
- результат математического моделирования этих систем.

29. Что такое классификация?

- + разбиение некоторой совокупности объекта на классы по наиболее существенным признакам;
- разбиение объектов на классы;
- деление автоматических систем на классы.

30. Что такое физическое моделирование?

- метод экспериментального изучения различных физических явлений, основанный на математических моделях;
- + метод экспериментального изучения различных физических явлений, основанный на их физическом подобии;
- метод математического изучения различных физических явлений, основанный на их математическом подобии.

Критерии оценки тестового задания

Оценка	Критерии
зачтено (25-30 баллов)	работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
не зачтено (менее 25 баллов)	обучающийся демонстрирует отсутствие знания значительной части программного материала, теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено.

Контрольные вопросы для собеседования:

1. Как загрузить систему Компас-3D?
2. Какие типы документов можно создавать в системе Компас-3D?
3. Как создать файл нового документа в системе Компас-3D?
4. Как загрузить файл уже созданного документа?
5. Как располагаются зоны главного окна системы Компас-3D?
6. Где располагается панель управления в главном окне?
7. Какие команды-кнопки включает панель управления?

8. Где располагается инструментальные панели?
9. Сколько в системе Компас-3D инструментальных панелей и как они называются?
10. Какие команды-кнопки включает панель геометрии?
11. Какие команды-кнопки включает панель размеров?
12. Какие команды-кнопки включает панель редактирования?
13. Какие команды-кнопки включает панель параметризации?
14. Какие команды-кнопки включает панель измерений?
15. Какие команды-кнопки включает панель выделений?
16. Какие функции выполняют пользовательские панели?
17. Где располагается панель специального назначения в главном окне?
18. Какие команды-кнопки включает панель специального назначения?
19. Где располагается строка параметров в главном окне?
20. Где располагается строка текущего состояния в главном окне?
21. Какие формы может принимать курсор?
22. Как задается электронный формат чертежа документа Лист?
23. Какие типы линий включает система Компас-3D?
24. Как задается тип линии?
25. Какими цветами на чертеже обозначаются типы линий?
26. Как заполняется и редактируется основная надпись чертежа?
27. Как вычерчивается, и какие дополнительные функции выполняет вспомогательная линия?
28. Как вычерчивается и редактируется отрезок прямой под заданным углом?
29. Как вычерчивается и редактируется ломаная линия?
30. Как вычерчивается и редактируется кривая линия?
31. Что обозначает закрашенный уголок в правом нижнем углу кнопок на инструментальных панелях?
32. Как вызвать дополнительные команды-кнопки, у кнопок на инструментальных панелях?
33. Как удаляются элементы чертежа?
34. Как записывается и редактируется текстовая информация на поле чертежа?
35. Порядок вычерчивания и редактирования окружностей?
36. Порядок вычерчивания и редактирования дуг окружностей?
37. Порядок вычерчивания и редактирования многоугольников?
38. Порядок вычерчивания и редактирования линии разреза?
39. Порядок вычерчивания и редактирования штриховки?
40. Порядок вычерчивания и редактирования фасок и скруглений?
41. Как проставляется и редактируется линейный размер?
42. Как проставляется и редактируется радиальный размер?
43. Как проставляется и редактируется диаметральный размер?
44. Как проставляется и редактируется угловой размер?
45. Как проставляется и редактируется линия выноска?
46. Как проставляются и редактируются обозначение или оси центра?
47. Какие виды привязок включает Компас-3D?
48. Как задаются и удаляются глобальные привязки?
49. Как задаются локальные привязки?
50. Как задается и удаляется локальная система координат (ЛСК)?
51. Как перемешаются по электронному чертежу элементы изображений?
52. Как копируются элементы изображений?
53. Порядок построения зеркального изображения?
54. Порядок вывода чертежа на печать?
55. Порядок создания, заполнения и редактирования спецификации?

- 56.Порядок создания документа (файла) Фрагмент?
 57.Порядок получения справки о системе Компас-3D?
 Твердотельное моделирование
 58.На каких булевых операциях основано твердотельное моделирование?
 59.Сколько типов операций включает твердотельное моделирование?
 60.Порядок создания документа (файла) Деталь?
 61.Какие функции выполняют эскиз и операция?
 62.Порядок создания твердотельной детали?
 63.Порядок создания эскиза основы?
 64.Порядок создания основы детали?
 65.Связь ориентации основы с плоскостью проекций?
 66.Порядок редактирования и удаления основы твердотельной детали?
 67.Порядок приклеивания и выдавливания элементов твердотельной детали?
 68.Порядок редактирования и удаления элементов твердотельной детали?
 69.Порядок редактирования и удаления эскиза элемента твердотельной детали?
 70.Виды ориентации детали?
 71.Порядок построения основы детали вращением?
 72.Порядок редактирования и удаления основы твердотельной детали, построенной методом вращения?
 73.Построение каркасных, пространственных и твердотельных моделей?
 74.Порядок вырезания четверти твердотельной детали?
 75.Вывод на печать твердотельных изображений?
 76.Порядок создания базы данных изображений чертежа?
 77.Порядок создания базы данных твердотельных деталей?
 78.Порядок работы с базами данных системы Компас-3D?
 79.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: ПК-10: современные информационные технологии для решения стандартных задач автоматизации инженерно-графических работ; ПСК-2.7: основы инженерного проектирования для организации и проведения инженерных расчетов и работ;</p> <p>Уметь: ПК-10: разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования; ПСК-2.7: эскизировать, читать и выполнять сборочные чертежи, сборочные узлы, сечения, разрезы деталей в соответствии со стандартами ЕСКД;</p>	зачтено	оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок, показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов и сформированность компетенций. Допускаются незначительные ошибки.
	не зачтено	оценка «не зачтено» выставляется, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких

<p>Владеть: ПК-10: навыками технического проектирования и моделирования с использованием информационных компьютерных технологий и специального программного обеспечения.</p> <p>ПСК-2.7: способностью разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.</p>		<p>наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства от 11.08.2016г. № 1022

для набора 2014 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413;

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 заочной формы обучения от «03» июля 2018г. №413;

для набора 2017 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. №413, для заочной формы обучения от«03» июля 2018г. №413;

для набора 2018 года: и учебными планами ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. №413, для заочной формы обучения от«03» июля 2018г. №413.

Программу составил:

Фигура Константин Николаевич, к.т.н., доцент

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СДМ от «__» _____ 2018г., протокол № __

И.о. заведующего кафедрой СДМ

К.Н. Фигура

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой СДМ

К.Н. Фигура

Директор библиотеки

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией МФ от «__» _____ 20 __ г., протокол № _____

Председатель методической комиссии МФ

Г.Н. Плеханов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления

Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____

