

Частное учреждение образования
«Институт современных знаний имени А. М. Широкова»

Факультет искусств
Кафедра дизайна

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой
Дягилев Л. Е.

15.12.2017 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета
Полосмак А. О.

15.12.2017 г.

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ЧЕРЧЕНИЕ

*Электронный учебно-методический комплекс
для студентов специальности 1-19 01 01 Дизайн (по направлениям),
направления специальности 1-19 01 01-02 Дизайн (предметно-
пространственной среды), 1-19 01 01-06 Дизайн (виртуальной среды)*

Составитель

Кривёнок О. В., доцент кафедры дизайна Частного учреждения образования
«Институт современных знаний имени А. М. Широкова», доцент

Рассмотрено и утверждено
на заседании Совета Института
протокол № 5 от 26.12.2017 г.

УДК 744 (075.8)
ББК 30.11я73

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра интерьера и оборудования Белорусской государственной академии искусств (протокол № 3 от 11.12.2017 г.);

Климин Р. М., доцент кафедры интерьера и оборудования Белорусской государственной академии искусств, доцент.

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению
кафедрой дизайна
(протокол № 3 от 26.10.2017 г.)

Н36 **Кривёнок, О. В.** Начертательная геометрия и черчение : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-19 01 01 Дизайн (по направлениям), направления специальности 1-19 01 01-02 Дизайн (предметно-пространственной среды), 1-19 01 01-06 Дизайн (виртуальной среды) [Электронный ресурс] / Авт.-сост. О. В. Кривёнок – Электрон. дан. (8,0 Мб). – Минск : Институт современных знаний имени А. М. Широкова, 2018. – 173 с. – 1 электрон. опт. диск (CD).

Систем. требования (миним.) : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 500 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; операционная система Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista (32 бит) или более поздние версии ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата pdf).

Номер гос. регистрации в НИРУП «Институт прикладных программных систем» 1981814581 от 23.02.2018 г.

Учебно-методический комплекс представляет собой совокупность учебно-методических материалов, способствующих эффективному формированию компетенций в рамках изучения дисциплины «Начертательная геометрия и черчение».

Для студентов вузов.

ISBN 978-985-547-266-8

© Институт современных знаний
имени А. М. Широкова, 2018

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по дисциплине «Начертательная геометрия и черчение» разработан в соответствии с образовательными стандартами высшего образования первой ступени для специальности 1-19 01 01 «Дизайн (по направлениям)», направления специальности: 1-19 01 01 «Дизайн (по направлениям)», направления специальности: 1-19 01 01-02 «Дизайн (предметно-пространственной среды)», 1-19 01 01-06 «Дизайн (виртуальной среды)». Он регламентирует учебно-методическую деятельность в образовательном процессе учреждения высшего образования.

Целью ЭУМК является информационно-методическое обеспечение учебного процесса по дисциплине «Начертательная геометрия и черчение».

Основные функции ЭУМК:

– раскрытие требований к содержанию дисциплины «Начертательная геометрия и черчение», к образовательным и профильным результатам подготовки студента как будущего специалиста;

– объединение в единое целое различных учебно-методических материалов, обеспечение преемственности и междисциплинарных связей в процессе освоения учебной дисциплины;

– управление учебной деятельностью по дисциплине «Начертательная геометрия и черчение».

Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Начертательная геометрия и черчение» имеет следующую структуру:

– пояснительная записка (введение в ЭУМК);

– теоретический раздел, обеспечивающий уровень освоения материала по дисциплине (структура и практическое содержание лекционного материала);

– практический раздел, содержащий методические материалы, для проведения практических занятий;

– раздел контроля знаний, включающий критерии оценивания знаний студентов по изучаемой дисциплине;

– вспомогательный раздел, содержащий список основной и дополнительной литературы, рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, учебно-программную документацию.

Представленный учебно-методический комплекс разработан в соответствии с действующей программой по дисциплине «Начертательная геометрия и черчение», которая апробирована на кафедре дизайна Института современных знаний имени А. М. Широкова.

Структура данного комплекса обусловлена основной целью учебной дисциплины – формирование у студентов теоретических знаний и практических умений в области начертательной геометрии, технического и архитектурно-строительного черчения, необходимых для чтения и разработки проектно-конструкторской документации, и задачами:

– научить правилам выполнения проектно-конструкторских чертежей в соответствии с требованиями «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД);

– сформировать умение использовать способы построения пространственных объектов на двумерной плоскости при решении проектных задач, а также умение читать информацию, оформленную в чертежной графике.

Основными формами работы со студентами являются лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Лекционная часть включает теоретическое изложение тем, связанных с основными понятиями начертательной геометрии, решением позиционных и метрических задач, освоением проекционного черчения и построением аксонометрических проекций как метода объемного изображения, основ технического и архитектурно-строительного черчения.

В ходе практических занятий выполняются задания (графические работы) по основным темам изучаемой дисциплины, дающие практические навыки выполнения чертежей, используемые в дальнейшем при выполнении заданий по дизайн-проектированию и конструированию.

Самостоятельная работа студентов включает работу с литературными источниками, наглядными пособиями, выполнение упражнений и контрольных работ.

Требования к уровню усвоения содержания учебной дисциплины «Начертательная геометрия и черчение» определены в виде системы знаний, умений и навыков, составляющих профессиональную компетентность дизайнера.

Дисциплина «Начертательная геометрия и черчение» является одной из основных учебных дисциплин, формирующих пространственное мышление и образное представление будущих дизайнеров. Дизайнер в своей профессиональной деятельности реализует полученные в высшем учебном заведении знания в практической сфере проектирования.

Теоретической основой построения изображений на чертежах является начертательная геометрия – наука, разрабатывающая способы построения пространственных объектов на двумерной плоскости. С помощью методов начертательной геометрии решаются позиционные задачи – установление относительного положения объектов, метрическими задачами является определение расстояний, углов, натуральных величин плоских фигур, построение разверток поверхностей.

Черчение развивает навыки применения начертательной геометрии к построению изображений на чертежах, дает знания об общих правилах оформления чертежей в соответствии с ГОСТ и ЕСКД.

Цель изучения дисциплины – приобретение теоретических знаний и практических навыков в построении изображений различных геометрических форм на плоскости, а также умение читать и графически оформлять чертежи в соответствии с государственными стандартами.

Творческое отношение к работе является основой данной программы.

Задачи изучения дисциплины:

- освоить теоретический и практический курс проектирования на плоскости;
- раскрыть роль стандартизации;

- сформировать навыки выполнения линий чертежа, рамки, основной надписи и ее заполнения, понимания масштабов изображения;
- сформировать начальный навык владения чертежным шрифтом;
- научить правилам основных геометрических построений: делению окружности и отрезков; построению уклонов и конусности, обозначению их на чертеже; построению сопряжений;
- сформировать навыки построения чертежей в трех проекциях и аксонометрии;
- сформировать умения строить сечения геометрических тел проецирующими плоскостями, а также находить линию пересечения поверхностей геометрических тел;
- сформировать первоначальные умения определения натуральной величины отрезков прямых, плоских фигур и сечений;
- научить читать, строить, располагать и оформлять изображения видов, простых и сложных разрезов на чертеже в соответствии с требованиями стандарта;
- познакомить с основами архитектурного черчения (планы, развертки, разрезы, фасады);
- познакомить с составлением спецификаций, экспликаций, ведомостей отделочных материалов;
- дать основы по теории теней в ортогональном проецировании.

Студент должен:

знать:

- теоретические основы ортогонального проецирования;
- способы изображения пространственных форм на плоскости;
- аксонометрию как метод объемного изображения;
- правила «золотого сечения», построения лекальных кривых и сопряжений;
- требования ГОСТов к оформлению технической документации;
- правила нанесения размеров и обозначений;
- основы архитектурного черчения;

– правила быстрого выполнения чертежей различных деталей при макетировании;

уметь:

– строить в трех проекциях простую геометрическую форму;

– работать с геометрической формой по индивидуальному эскизу;

– уметь строить объемное изображение на плоскости с помощью метода аксонометрии;

– читать чертежи (техническую документацию);

– наносить размеры в соответствии с основными требованиями стандарта на изображениях плоских деталей;

– выполнять чертежи деталей с разрезами и сечениями;

– строить линии пересечения геометрических фигур;

– макетировать геометрическую форму различной степени сложности;

– строить контуры теней в ортогональном проецировании;

– оформлять чертежи в соответствии с требованиями инженерной и архитектурно-строительной графики.

Связь с другими дисциплинами: знания, полученные студентами при изучении дисциплины «Начертательная геометрия и черчение», используются в учебном процессе при изучении дисциплин «Конструирование», «Дизайн-проектирование», «Выполнение проекта в материале». Подобное взаимодействие дисциплин помогает грамотно решать вопросы создания объемно-пространственной среды и формообразования.

В результате изучения дисциплины студент получает следующие компетенции:

Академические компетенции:

– АК-1. Владеть базовыми научно-теоретическими знаниями в области художественных, научно-технических, общественных, гуманитарных, экономических дисциплин и применять их для решения теоретических и практических задач профессиональной деятельности;

– АК-4. Уметь работать самостоятельно;

- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- АК-9. Уметь учиться, быть расположенным к постоянному повышению профессиональной квалификации.

Социально-личностные компетенции:

- СЛК-2. Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный, общекультурный уровень, повышать проектно-художественное мастерство;
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям и социальному взаимодействию;
- СЛК-4. Быть способным работать в междисциплинарной и международной среде, пользоваться одним из государственных языков Республики Беларусь и иным иностранным языком как средством делового общения;
- СЛК-5. Владеть навыками здорового образа жизни;
- СЛК-6. Быть способным к критике и самокритике.

Профессиональные компетенции в проектно-художественной деятельности:

- ПК-2. Осуществлять дизайн-проектирование с учетом соотношения смыслообразующих и формообразующих факторов (художественно-формальных, эргономических, инженерно-психологических, технологических, конструктивных, экологических, социально-культурных, экономических) в условиях как аналогового, так и безаналогового проектирования;

Профессиональные компетенции – в проектно-исследовательской деятельности

- ПК-8. Работать с научно-исследовательской литературой;
- ПК-10. Выявлять общие закономерности функционирования и развития дизайн-деятельности на основе собранного фактологического материала.

Профессиональные компетенции в организационно-управленческой деятельности:

- ПК-15. Организовывать работу малых дизайн-коллективов, взаимодействовать со специалистами смежных профилей, проводить переговоры с заин-

тересованными сторонами, осуществлять обучение и повышение квалификации персонала по своему профессиональному направлению;

Профессиональные компетенции в педагогической деятельности:

– ПК-19. Владеть приемами и техниками эффективной психолого-педагогической коммуникации, создания условий психологической безопасности общения, предупреждения и разрешения конфликтов в педагогическом процессе.

Учебная дисциплина «Начертательная геометрия и черчение» преподается в 1-2 семестрах 1 курса в объеме 100 часов, из них – 68 аудиторных часов (36 часов лекционных занятий, 32 часа практических занятий) и 32 часа самостоятельной работы студентов. Форма академической аттестации – 2 семестр: зачет.

Невыполнение практических заданий по неуважительной причине предусматривает обязательную отработку пропущенных занятий самостоятельно.

С целью текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студента по данной дисциплине используются следующие диагностические технологии:

- проведение методических просмотров;
- проведение обсуждения самостоятельных работ студентов;
- проведение аналитических просмотров образцов лучших работ по данной дисциплине.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Тематический план курса лекций

№№ п/п	Название тем	Кол-во часов			
		Всего	Аудиторных часов		
			Всего	Лекции	Практические
	Введение	2	2	2	-
Тема 1.	Графическое оформление чертежей. Форматы, масштабы, линии чертежа, чертежные инструменты	6	4	2	2
Тема 2.	Методы проецирования	4	2	2	-
Тема 3.	Комплексный чертёж.	6	2	2	-
Тема 4.	Позиционные задачи. Прямые линии плоскости	6	2	2	-
Тема 5.	Проецирование плоскости	4	2	2	-
Тема 6.	Метрические задачи. Способы преобразования чертежа	6	4	2	2
Тема 7.	Многогранники	6	8	2	4
Тема 8.	Тела вращения	4	2	2	-
Тема 9	Аксонметрические проекции	4	2	2	-
Тема 10	Аксонметрия плоских фигур, многоугольников, окружностей, объемных тел.	6	6	2	4
Тема 11	Проекционное черчение. Виды, разрезы, сечения.	8	6	2	4
Тема 12	Техническое черчение.	6	4	2	2
Тема 13	Технические рисунки, выносные элементы	6	6	2	4
Тема 14	Архитектурно-строительное черчение	6	4	2	2
Тема 15	Планы зданий. Генплан.	6	6	2	4
Тема 16	Разрез здания. Привязка здания.	8	4	2	2
Тема 17	Фасад здания.	6	4	2	2
Всего		100	68	36	32

1.2. Содержание лекционного материала

Тема 1. Графическое оформление чертежей. Форматы. Масштабы. Линии чертежа. Чертежные инструменты

Виды конструкторских документов

В ЕСКД – Единой системе конструкторской документации – содержатся условия и правила оформления чертежей. К конструкторским документам по ГОСТ 2.102 – 68 относятся документы графические и текстовые, которым присвоены следующие определения:

– *чертеж детали* – документ, содержащий изображение детали и необходимые данные для ее изготовления и контроля;

– *сборочный чертеж* (шифр СБ) – документ, содержащий изображение сборочных единиц и все необходимые данные для выполнения сборки и ее контроля;

– *чертеж общего вида* (шифр ВО) – документ, определяющий конструктивное устройство изделия, взаимодействие его основных частей и принцип работы;

– *монтажный чертеж* (шифр МЧ) – документ, содержащий упрощенное изображение изделия или его составных частей, а также данные для их монтажа и установки;

– *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 данного комплекса или комплекта.

В зависимости от стадии разработки графические и текстовые документы делятся на проектные (техническое предложение, эскизный проект, технический проект) и рабочие (рабочая документация).

Обозначение стандартов ЕСКД строится на классификационном принципе. Номер стандарта составлен из цифры 2, присвоенной классу стандартов

ЕСКД; цифры после точки, обозначающей классификационную группу стандартов; двухзначной цифры, определяющей порядковый номер стандарта; двухзначной цифры после тире, указывающей год регистрации стандарта.

Строительные чертежи, в зависимости от вида изображаемых объектов, бывают:

– *архитектурно-строительные* – чертежи жилых, общественных и производственных зданий и сооружений;

– *инженерно-строительные* – чертежи инженерных сооружений (мосты, дороги, туннели, эстакады и др.);

– *топографические* – чертежи рельефа местности, земной поверхности.

Система проектной документации для строительства (СПДС) утверждена в 1977 г. в дополнение к ЕСКД.

Форматы

Все конструкторские документы выполняют на листах бумаги, форматы которых определены в ГОСТ 2.301-68 для всех отраслей промышленности и строительства. Форматы листов определяются размерами внешней рамки. Формат с размерами сторон 841x1189 мм имеет площадь, равную 1 м^2 , – он принят за основу. Другие основные форматы получают последовательным делением этого формата на две равные части, параллельно меньшей его стороне. Допускается применять формат А5 с размерами сторон 148x210 мм. Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Обозначение дополнительного (производного) формата составляется из обозначения основного формата и его кратности, например: А0x2, А4x8.

Обозначение формата характеризует только величину листа, но не его ориентацию. Формат А4, в отличие от других, ориентирован всегда вертикально.

Масштабы

Основанием для определения величины изображенного объекта и его составных частей служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Но, чтобы

иметь наглядное представление о соотношении размеров отдельных элементов изделия, его изображают на чертеже в определенном масштабе.

Масштаб – это отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам.

Масштабы изображений на чертежах должны выбираться по ГОСТ 2.302-68. Для всех отраслей промышленности и строительства установлены масштабы уменьшения и масштабы увеличения, натуральным масштабом считается масштаб $M 1 : 1$.

При любом масштабе изображения над размерными линиями наносят только натуральные размеры изделия.

При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применять масштабы $1 : 2000$, $1 : 5000$, $1 : 10\,000$; $1 : 20\,000$; $1 : 25\,000$; $1 : 50\,000$. В некоторых случаях допускается применять масштабы увеличения $(100n) : 1$, где n – целое число.

Масштаб, указанный в предназначенной графе основной надписи, обозначается $1 : 1$, $1 : 2$, $10 : 1$ и так далее. На поле чертежа цифры наносятся в скобках $(5 : 1)$, в тексте – по типу $M 1 : 5$.

Линии чертежа

Выразительность чертежа зависит от правильной обводки линиями различной толщины и начертания. Для всех отраслей промышленности и строительства установлены наименования, начертания, толщины и основные назначения линий по ГОСТ 2.303-68. Толщину линий видимого контура S (сплошная толстая основная) выбирают от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от назначения и формата чертежа. Толщину остальных линий определяют соотношениями в зависимости от основной линии.

В равных промежутках штрихпунктирной линии между штрихами наносят не точку, а короткий пунктир длиной около 1 мм. Штрихи в линии должны быть одинаковой длины и толщины с равными промежутками между ними. Длину штрихов выбирают в зависимости от масштаба изображения; штрихи должны начинаться и заканчиваться у основных линий.

Осевые штрихпунктирные линии являются осями симметрии, делящими изображение на одинаковые части. Для окружностей осевые линии, проходящие через центр, называются центровыми. В центровых линиях штрихи должны пересекаться в центре окружности. Крайние штрихи центровых линий выходят за пределы окружности на 5 мм.

Для окружностей диаметром менее 12 мм центровые линии выполняют сплошными тонкими линиями.

Вертикальность отвеса и горизонтальность уровня воды определили отношение взаимной перпендикулярности их направлений, которое имеет силу закона, порожденного силой земного притяжения. Прямоугольность объемных элементов зданий и сооружений, а также большинства искусственных объектов является практическим следствием этого закона, а также основным структурообразующим принципом.

В системе целого функция является способом движения, деятельности системы во времени, а структура есть то же самое движение, сущность процесса, но как бы в остановленном виде. Поэтому можно сказать, что функция есть организация системы во времени, а структура есть организация системы.

И структура, и функция есть выражение двух сторон единой сущности – целого.

Чертежные инструменты. Карандаши чертежные выпускают различных степеней твердости: от 7Т до 2Т – твердые; Т, ТМ, М – промежуточные; от 2М до 6М – мягкие. Твердость и мягкость зарубежных карандашей обозначены латинскими буквами: от 9Н до 2Н – твердые; Н, НВ, В – промежуточные; от 2В до 6В — мягкие; среднюю твердость иногда маркируют буквой F. Получили распространение цанговые карандаши с графитовыми стержнями различного диаметра и разной твердости.

Для выполнения чертежей рекомендуется применять твердые карандаши не тверже 2Т, промежуточные и мягкие – не мягче 2М. Твердые карандаши применяют для предварительных построений, мягкие – для обводки. Чертежные карандаши затачивают с конца, противоположного клейму изготовителя и

обозначения твердости. Используют два способа заточки: конусом и лопаточкой (рис. 1). Для заточки рекомендуется специальный нож или лезвие – для технических целей. Для подтачивания графита можно применять мелкозернистую наждачную бумагу.



Рис. 1. Формы заточки карандашей

Чертежная (ватманская) бумага должна быть белой, прочной и способной выдерживать многократное нанесение и стирание линий. Бумага хорошего качества на просвет должна выглядеть однотонной. Требования к чертежной бумаге устанавливает ГОСТ 597-73. Чертежная бумага марки *B* (высшая) является наилучшей, но более распространена бумага марки *O* (обыкновенная).

Линейки и треугольники. Линейка чертежная длиной 250 или 300 мм с миллиметровой шкалой предназначена для проведения прямых линий и простейших измерений. Для построений используются треугольники с углами 45° и 60° . Линейки и треугольники изготавливают из дерева и пластмассы. Пластмассовыми линейками и треугольниками удобно выполнять чертежи в тонких линиях, деревянными – проводить обводку мягкими карандашами, так как они не размазывают следы грифеля по бумаге. При выборе пластмассовых треугольников предпочтение отдается треугольникам, имеющим трафареты или градуировку углов, как на транспортире.

Готовальни. Так называется набор чертежных инструментов в специальном футляре. Номер готовальни соответствует числу инструментов в наборе. Рекомендуется использовать готовальни № 13 или № 14. В готовальню обычно входят следующие инструменты: два линейных рейсфедера; циркуль с карандашной и рейсфедерной вставками; удлинитель для циркуля кронциркуль с карандашной и рейсфедерной вставками; разметочные циркули; запасная ручка рейсфедера; отвертка с футляром для запасных графитовых стержней и игл; центрик.

Тема 2. Методы проецирования

Центральное и параллельное проецирование. В начертательной геометрии прежде всего следует усвоить некоторые термины:

– *плоскость проекций* – та плоскость, на которой строится изображение предмета;

– *проекция* – изображение предмета на плоскости, полученное с помощью прямых линий, проведенных через множество точек на поверхности предмета до пересечения их с плоскостью проекций;

– *проецирование* – процесс образования проекций;

– *проецирующая прямая (или луч)* – прямая, проведенная через точку на поверхности предмета по заданному направлению до пересечения с плоскостью проекций.

Проецирование называется *центральным*, если проецирующие лучи выходят из одной точки (например, центра S) – см. рис 2.

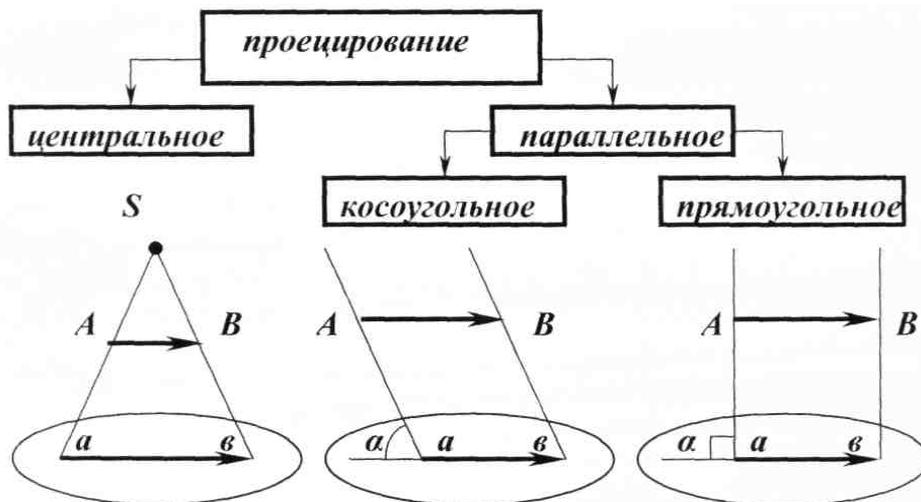


Рис. 2. Методы проецирования

Если проецирующие лучи параллельны друг другу, то проецирование называется *параллельным*, а полученные изображения – параллельной проекцией. Направление проецирования задается вектором, параллельно которому проводят проецирующие лучи. Если проецирующие лучи проводятся к плоскости проекций под углом, отличным от прямого, то проецирование называется *параллельным косоугольным*, полученная проекция будет косоугольной. Если

проецирующие прямые идут к плоскости проекций под прямым углом, то проецирование называется *параллельным прямоугольным*, и проекция будет прямоугольной. Метод прямоугольного (ортогонального) проецирования наиболее прост и удобен, чертежи чаще всего делаются в прямоугольных проекциях.

Проецирование (лат. *Projicio* – «бросаю вперед») – процесс получения изображения предмета (пространственного объекта) на какой-либо поверхности с помощью световых или зрительных лучей (условно соединяющих глаз наблюдателя с какой-либо точкой пространственного объекта), которые называются проецирующими.

Центральное проецирование (см. рис. 3) заключается в проведении через каждую точку (A, B, C, \dots) изображаемого объекта и определенным образом выбранный центр проецирования (S) прямой линии (SA, SB, \dots – проецирующего луча).

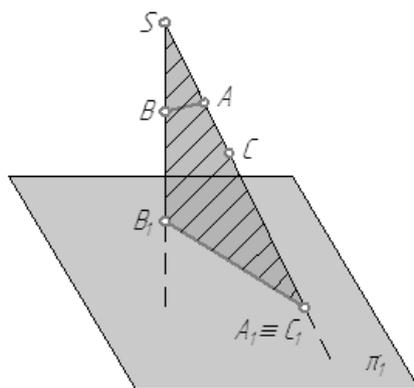


Рис. 3. Центральное проецирование

S – центр проецирования (глаз наблюдателя);

π_1 – плоскость проекций;

A, B, C – объекты проецирования – точки;

SA, SB – проецирующие прямые (проецирующие лучи).

Центральной проекцией точки называется точка пересечения проецирующей прямой, проходящей через центр проецирования и объект проецирования (точку), с плоскостью проекций.

Свойство 1. Каждой точке пространства соответствует единственная проекция, но каждой точке плоскости проекций соответствует множество точек пространства, лежащих на проецирующей прямой.

Докажем это утверждение.

Точка A_1 – центральная проекция точки A на плоскости проекций π_1 . Но эту же проекцию могут иметь все точки, лежащие на проецирующей прямой. Возьмем на проецирующей прямой SA точку C . Центральная проекция точки C (C_1) на плоскости проекций π_1 совпадает с проекцией точки A (A_1):

1. $C \in SA$;
2. $SC \cap \pi_1 = C_1 \rightarrow C_1 \equiv A_1$.

Следует вывод, что по проекции точки нельзя судить однозначно о ее положении в пространстве.

Чтобы устранить эту неопределенность, то есть сделать чертеж обратимым, введем еще одну плоскость проекций (π_2) и еще один центр проецирования (S_2):

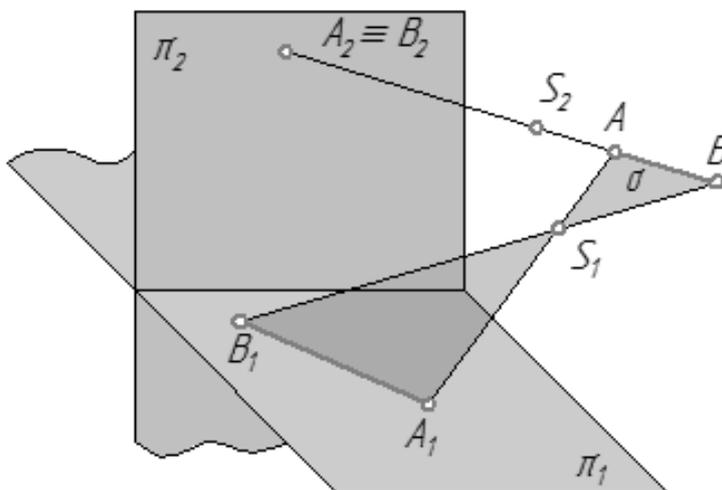


Рис. 4. Иллюстрация 1-го и 2-го свойств

Построим проекции точки A на плоскости проекций π_2 . Из всех точек пространства только точка A имеет своими проекциями A_1 на плоскость π_1 и A_2 на π_2 одновременно. Все другие точки, лежащие на проецирующих лучах, будут иметь хотя бы одну отличную проекцию от проекций точки A (например, точка B).

Свойство 2. Проекция прямой есть прямая.

Докажем данное свойство.

Соединим точки A и B между собой. Получим отрезок AB , задающий прямую. Треугольник ΔSAB задает плоскость, обозначенную через σ . Известно, что две плоскости пересекаются по прямой: $\sigma \cap \pi_1 = A_1B_1$, где A_1B_1 – центральная проекция прямой, заданной отрезком AB .

Метод центрального проецирования – это модель восприятия изображения глазом, применяется главным образом при выполнении перспективных изображений строительных объектов, интерьеров, а также в кинотехнике и оптике. Метод центрального проецирования не решает основной задачи, стоящей перед дизайнером – точно отразить форму, размеры предмета, соотношение размеров различных элементов.

Параллельное проецирование

Рассмотрим метод параллельного проецирования. Наложим три ограничения, которые позволят, пусть и в ущерб наглядности изображения, получить чертеж для использования его на практике:

1. удалим оба центра проекции в бесконечность. Таким образом, добьемся того, что проецирующие лучи из каждого центра станут параллельными, а, следовательно, соотношение истинной длины любого отрезка прямой и длины его проекции будут зависеть только от угла наклона этого отрезка к плоскостям проекций и не зависят от положения центра проекций;

2. зафиксируем направление проецирования относительно плоскостей проекций;

3. расположим плоскости проекций перпендикулярно друг другу, что позволит легко переходить от изображения на плоскостях проекций к реальному объекту в пространстве.

Таким образом, наложив эти ограничения на метод центрального проецирования, можно получить метод параллельного проецирования (см. рис. 5). Проецирование, при котором проецирующие лучи, проходящие через каждую

точку объекта, параллельно выбранному направлению проецирования P , называется параллельным.

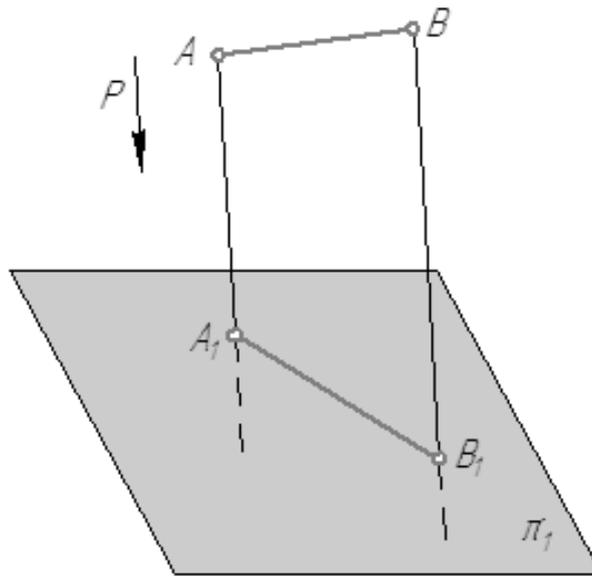


Рис. 5. Метод параллельного проецирования

Введем обозначения:

P – направление проецирования;

π_1 – горизонтальная плоскость проекций;

A, B – объекты проецирования – точки;

A_1 и B_1 – проекции точек A и B на плоскость проекций π_1 .

Параллельной проекцией точки называется точка пересечения проецирующей прямой, параллельной заданному направлению проецирования P , с плоскостью проекций π_1 .

Проведем через точки A и B проецирующие лучи, параллельные заданному направлению проецирования P . Проецирующий луч, проведенный через точку A , пересечет плоскость проекций π_1 в точке A_1 . Аналогично проецирующий луч, проведенный через точку B , пересечет плоскость проекций в точке B_1 . Соединив точки A_1 и B_1 , получим отрезок $A_1 B_1$ – проекция отрезка AB на плоскость π_1 .

Тема 3. Комплексный чертеж

Пространственная модель координатных плоскостей проекций

Пересечением двух плоскостей пространство делится на 4 части, называемые *четвертями* (см. рис. 6).

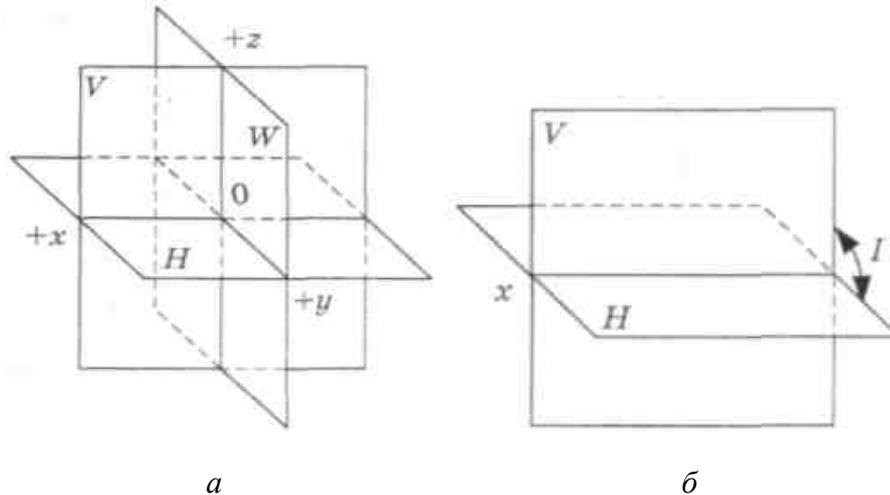


Рис. 6. Пространственная модель координатных плоскостей

Горизонтальная плоскость проекций – горизонтальная плоскость, на которой располагается наблюдатель (**H**). *Фронтальная плоскость проекций* – вертикальная плоскость перед наблюдателем (**V**). Первой четвертью **I** считается часть пространства, где обе плоскости проекций видимы наблюдателю. *Профильная плоскость проекций* (**W**) – вертикальная плоскость, находящаяся справа от наблюдателя. Плоскости **H**, **V**, **W** делят пространство на 8 частей, называемых октантами. Обычно пользуются первым октантом, где координаты по осям имеют положительное значение.

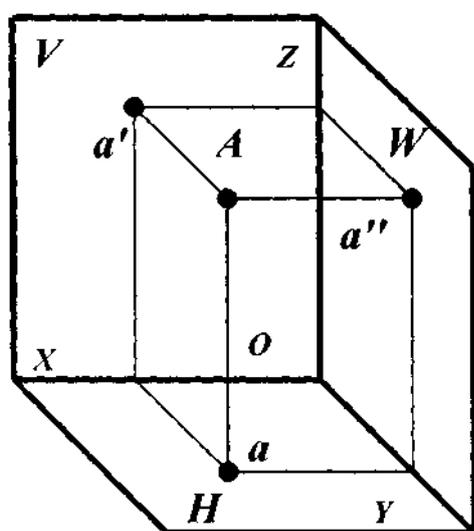
Проецирование точки и прямой. Прямоугольная проекция точки – это основание перпендикуляра, опущенного из точки на плоскость проекций. Проекция точки на плоскость **H** называется горизонтальной проекцией точки (**a**); на плоскость **V** – фронтальной проекцией точки (**a'**); на плоскость **W** – профильной проекцией точки (**a''**) – см. рис. 7а.

Для построения проекций прямой линии достаточно построить проекции ее концевых точек. Прямая линия на плоскостях проекций может быть задана двумя способами:

- проекциями двух точек, принадлежащих прямой;
- проекциями отрезка прямой.

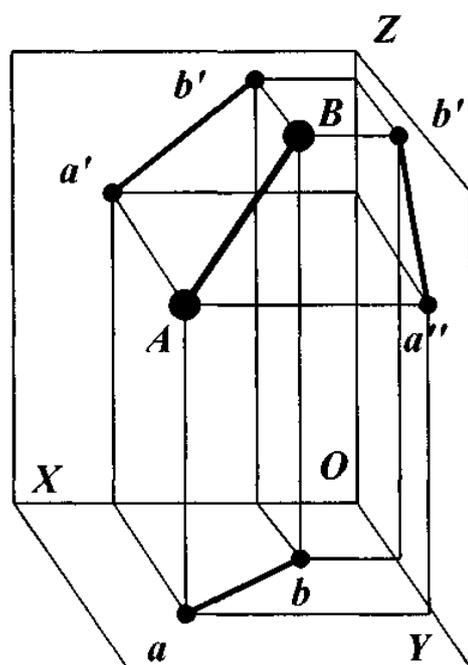
Показаны проекции прямой AB на горизонтальную плоскость проекций (ab); на фронтальную плоскость проекций ($a'b'$); на профильную плоскость проекций ($a''b''$) – см. рис. 7б.

Проекция и точки и прямой определяются проецирующими линиями (проецирующими лучами), проведенными из соответствующих точек на плоскости проекций (см. рис. 7).



a – горизонтальная проекция A на H
 a' – фронтальная проекция A на V
 a'' – профильная проекция A на W

a



б

Рис. 7. Проецирование точки и прямой линии на плоскости проекций

Комплексный чертеж (эпюр Монжа) – чертеж, который для первого октанта получен совмещением горизонтальной и профильной плоскости проекций при их повороте на 90^0 относительно осей проекций (см. рис. 8).

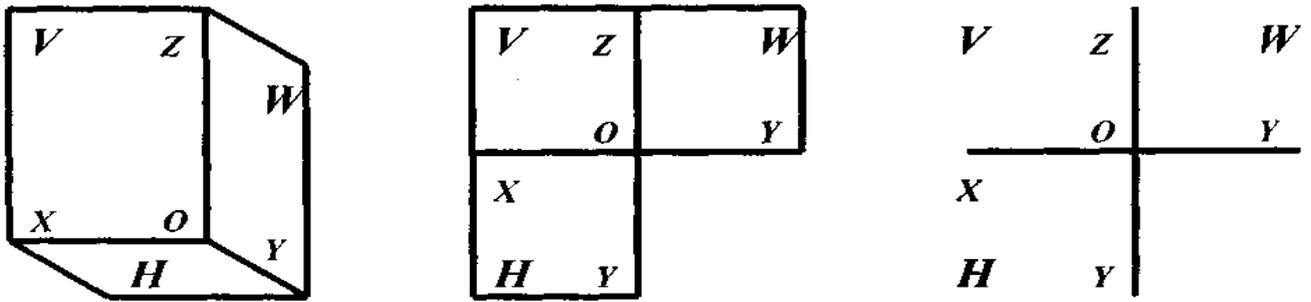


Рис. 8. Образование комплексного чертежа

Линией проекционной связи называют прямую, расположенную перпендикулярно оси проекций и соединяющую две проекции точки. Фронтальная и горизонтальная проекции точек располагаются на вертикальной линии проекционной связи ($a'a$), а фронтальная и профильная проекции точки – на горизонтальной линии проекционной связи ($a'a''$).

Вспомогательная прямая (ВП) проводится из начала координат (точка 0) под углом 45° для переноса координат по оси y (рис. 9).

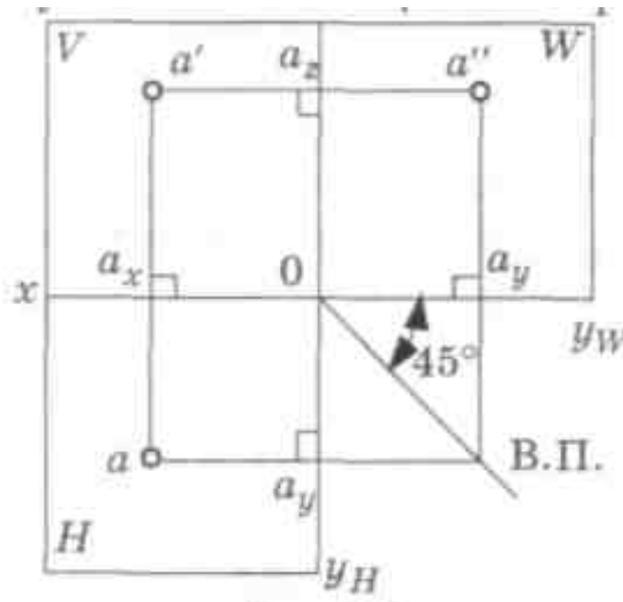


Рис. 9. Проекция точки на комплексном чертеже

Зная две проекции точки A на плоскости проекций, можно построить ее третью проекцию одним из трех способов (рис. 10). Положение неизвестных проекций можно определить:

- а) профильной проекции по фронтальной и горизонтальной проекциям;
- б) горизонтальной проекции по фронтальной и профильной проекциям;

в) фронтальной проекции по горизонтальной и профильной проекциям.

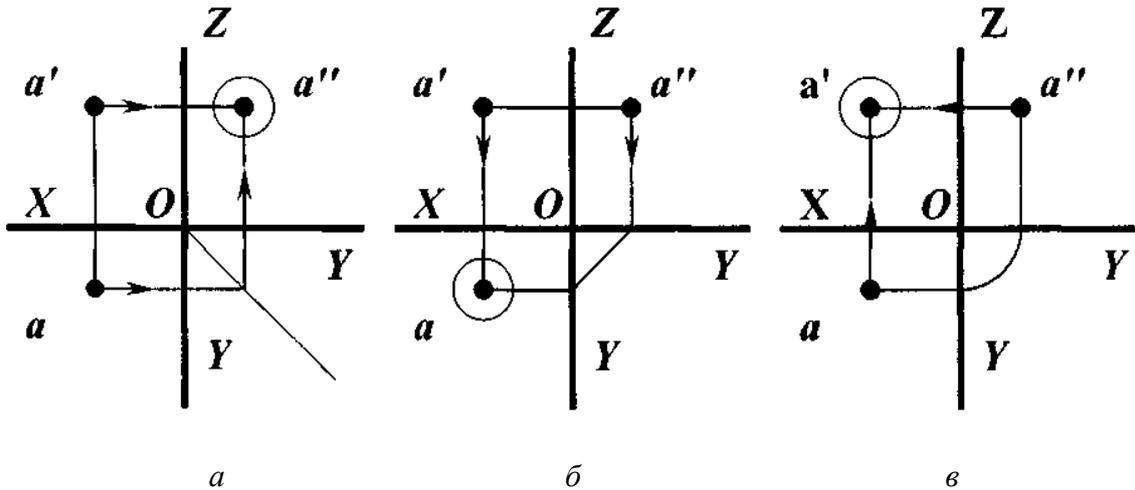


Рис. 10. Построение третьей проекции точки

Эюры и координаты точки

Положение точки в пространстве задают с помощью ее координат. Координатами точки называют расстояния от этой точки до плоскостей проекций, определяемые параллельно осям координат (рис. 11).

Координаты обозначаются: $a_x = Aa''$; $a_y = A''a$; $a_z = Aa$.

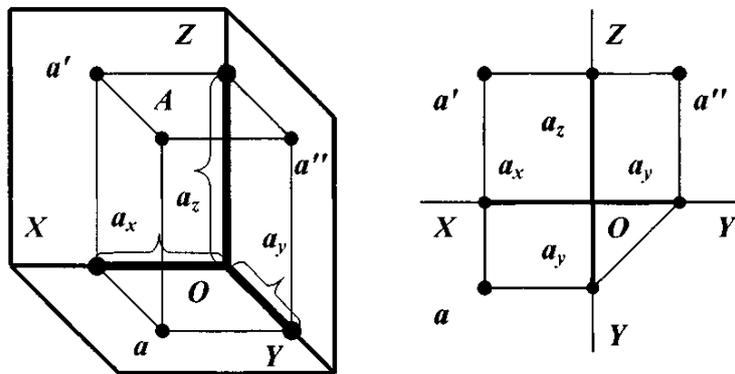


Рис. 11. Координаты точки в пространстве и на комплексном чертеже

Тема 4. Позиционные задачи. Прямые линии плоскости

Эюры прямых линий. Так как положение прямой в пространстве определяется координатами двух ее точек, то для построения проекций прямой линии достаточно построить проекции ее концевых точек и соединить их отрезками прямой. Прямая, не параллельная и не перпендикулярная ни одной из плоско-

стей проекций, называется *прямой общего положения*. Все проекции такой прямой располагаются под острыми углами к осям проекций (рис. 12).

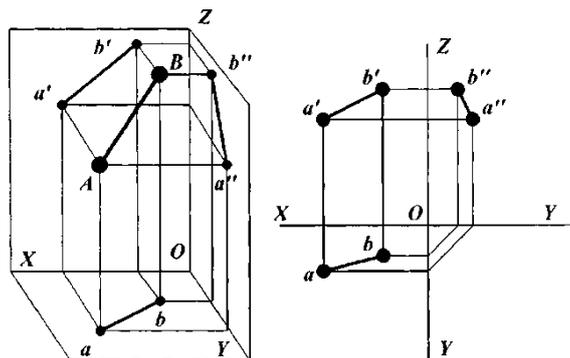


Рис. 12. Прямая общего положения и ее проекции

Точки пересечения прямой с плоскостями проекций называются *следами прямой*. Прямые общего положения имеют три следа: горизонтальный, профильный и фронтальный (рис. 13).

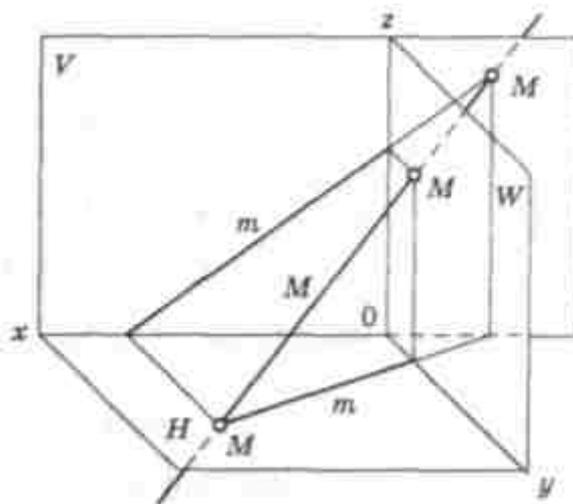


Рис. 13. Следы прямой линии общего положения

Отношение длины проекции отрезка к действительной длине отрезка называется *коэффициентом искажения*. Значение коэффициента искажения численно равно косинусу угла наклона прямой к плоскости проекций.

Прямые частного положения – это прямые, параллельные или перпендикулярные плоскостям проекций.

Если прямые расположены параллельно одной из плоскостей проекций и под углом к остальным, то они называются *прямыми уровня* (рис. 14). Прямые уровня имеют два следа.

Горизонтальной прямой (или *горизонталью*) называется прямая, параллельная горизонтальной плоскости проекций. Ее фронтальная проекция $a'b'$ параллельна оси x , профильная проекция $a''b''$ параллельна оси y . На горизонтальную плоскость проекций горизонтальная прямая проецируется в действительную величину.

Фронтальной прямой (или *фронталью*) называется прямая, параллельная фронтальной плоскости проекций. Ее горизонтальная проекция ab параллельна оси x , а профильная проекция $a''b''$ параллельна оси z . На фронтальную плоскость проекций фронталь проецируется в натуральную величину.

Профильной прямой называется прямая, параллельная профильной плоскости проекций. Ее горизонтальная проекция ab параллельна оси y , а фронтальная проекция параллельна оси z (можно сказать, что обе проекции параллельны оси z). На профильную плоскость проекций профильная прямая проецируется в действительную величину.

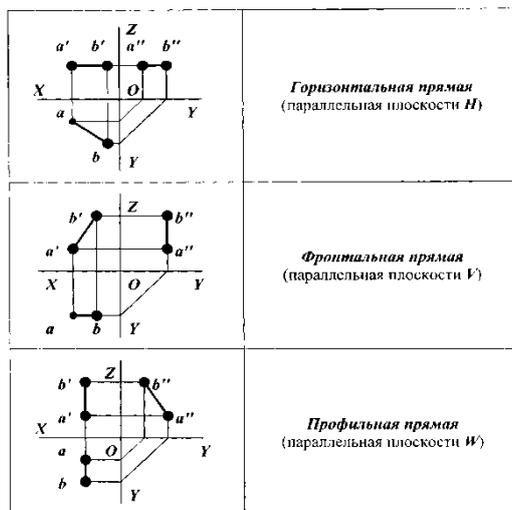


Рис. 14. Прямые уровня

Прямые, расположенные перпендикулярно одной из плоскостей проекций, а, следовательно, параллельно двум остальным, называются *проецирующими прямыми*. Все точки проецирующей прямой лежат на одном проецирующем луче. Проецирующие прямые имеют один след (рис. 15).

Горизонтально-проецирующая прямая перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций и проецируется на нее в точку ($a \equiv b$). Ее фронтальная и

профильная проекции параллельны оси z и перпендикулярны осям x и y . На фронтальную и профильную плоскости проекций такая прямая проецируется в действительную величину.

Фронтально-проецирующая прямая перпендикулярна фронтальной плоскости проекций и проецируется на нее в точку ($a' \equiv b'$). Ее горизонтальная ab и профильная $a''b''$ проекции параллельны осям z и x и на горизонтальную и профильную плоскости проекций проецируются в действительную величину.

Профильно-проецирующая прямая перпендикулярна профильной плоскости проекций и проецируется на нее в точку ($a'' \equiv b''$). Ее горизонтальная ab и фронтальная $a'b'$ проекции параллельны оси x и проецируются на горизонтальную и фронтальную плоскости проекций в натуральную величину.



Рис. 15. Проецирующие прямые

Если точка принадлежит прямой, лежащей в пространстве, то все проекции точки лежат на соответствующих проекциях прямой.

Все проекции параллельных прямых располагаются параллельно друг другу (рис. 16).

Если прямые линии пересекаются в пространстве, то все их проекции тоже пересекаются. При этом точки пересечения проекций лежат на одних линиях проекционной связи ($a'a$), расположенных перпендикулярно осям проекций (рис. 17).

Для скрещивающихся прямых точка пересечения не лежит на одной линии проекционной связи (рис. 18). Видимой будет точка, расположенная дальше от плоскости проекций. Точки, лежащие на одном проекционном луче, называются *конкурирующими*. Невидимая точка обозначается (*b*).

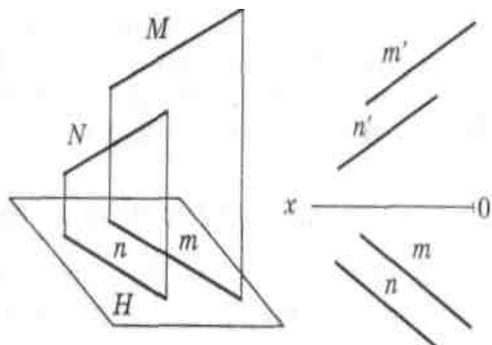


Рис. 16. Проекция параллельных прямых

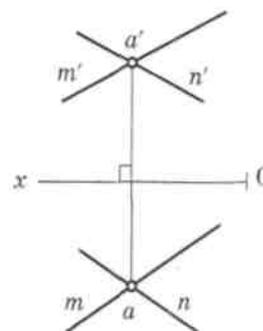


Рис. 17. Проекция пересекающихся прямых

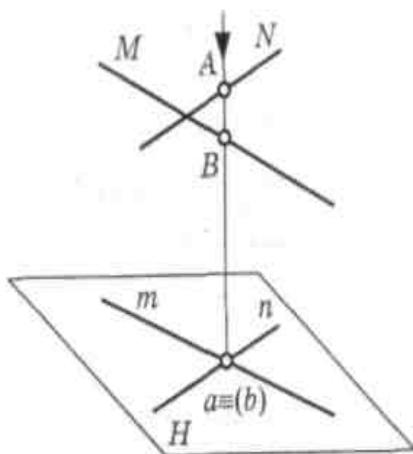


Рис. 18. Проекция скрещивающихся прямых

Прямая, принадлежащая плоскости

Прямая принадлежит плоскости, если проекции прямой проходят через проекции двух точек, принадлежащих плоскости.

Пусть плоскость задана ΔABC и прямая задана отрезком MN (рис. 19).

1. ΔABC задан на комплексном чертеже горизонтальной проекцией Δabc и фронтальной проекцией $\Delta a'b'c'$.

2. Прямая MN задана горизонтальной проекцией (mn) и фронтальной проекцией $(m'n')$.

3. Проведем через MN вспомогательную фронтально-проецирующую плоскость P : P_V – фронтальный след плоскости.

4. Отметим следы P_X и P_H .
5. Отметим фронтальные проекции точек пересечения плоскости P и плоскости $\triangle ABC$: $1'$, $2'$ на прямых $(a'b')$ и $(a'c')$.
6. Найдем горизонтальную проекцию 1 , 2 проекционными лучами на прямых (ab) и (ac) .
7. Соединим 1 и 2 , получим прямую (12) .
8. Так как (mn) лежит на прямой (12) , то прямая MN принадлежит плоскости $\triangle ABC$.

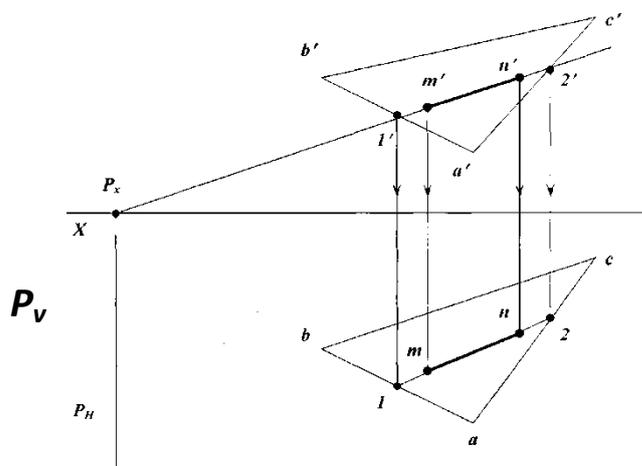


Рис. 19. Определение принадлежности прямой данной плоскости

Пересечение прямых линий с плоскостями. Если прямая пересекается с плоскостью, то для определения точки пересечения необходимо:

- через прямую провести проецирующую плоскость;
- построить линию пересечения проецирующей плоскости с заданной плоскостью;
- на пересечении линии пересечения плоскостей с прямой определить точку пересечения прямой с плоскостью;
- методом конкурирующих точек определить видимость.

Плоскость задана $\triangle ABC$ (рис. 20). Найти точку пересечения прямой MN с плоскостью треугольника и определить видимость проекций прямой MN .

1. Построение точки пересечения прямой MN с $\triangle ABC$.

Через MN проведем вспомогательную фронтально-проецирующую плоскость P : P_V — след фронтально-проецирующей плоскости.

Отметим следы P_X и P_H .

Отметим фронтальные проекции точек пересечения плоскости P и $\triangle ABC$: e' , d' .

Найдем горизонтальные проекции e , d линиями проекционной связи.

Проведем прямую (ed) .

$(ed) \cap (mn) = k$ – это точка пересечения.

Найдем фронтальную проекцию k' проекционными лучами на прямой $(m'n')$.

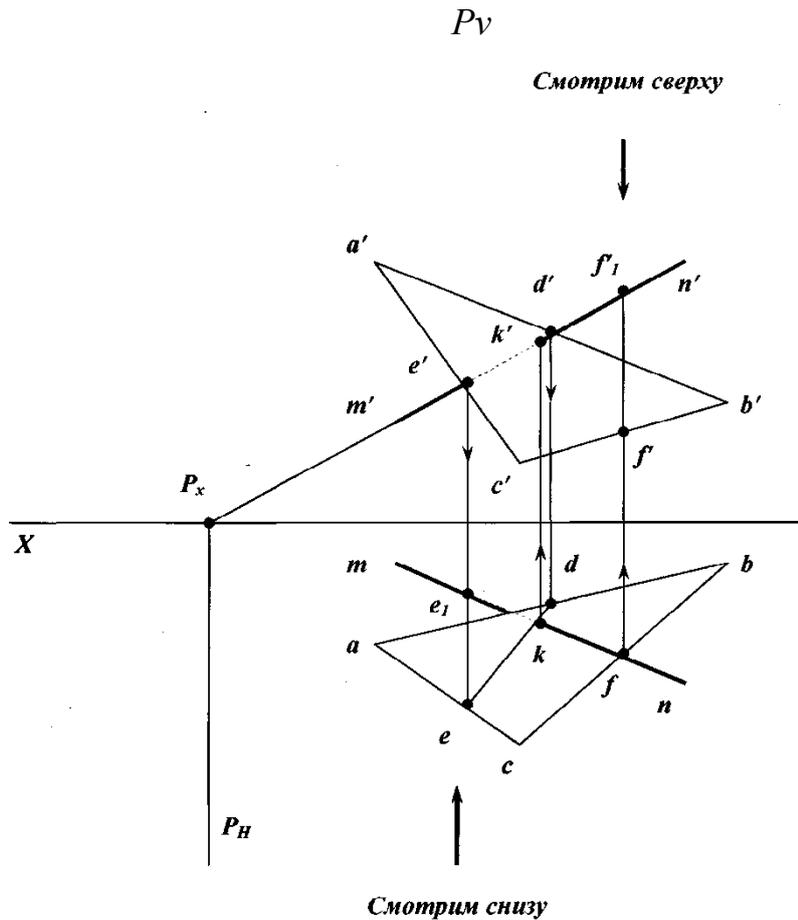


Рис. 20. Пересечение прямой и плоскости

2. Определение видимости проекций прямой MN методом конкурирующих точек

От e' вниз на H проведена линия проекционной связи, найдем ее пересечения с прямыми (mn) и (ac) : получаем горизонтальную проекцию e_1 на прямой (mn) и e на стороне (ac) .

Проецировали сверху вниз, на точки e_1 и e смотрим **снизу** и видим сначала точку e на Δabc , поэтому на фронтальной проекции **треугольник закрывает прямую**.

Рассмотрим точку $f = (cb) \cap (mn)$.

От точки f на V проведем проекционный луч и найдем его пересечение с прямой $(m'n')$ и стороной $(c'b')$: получаем фронтальные проекции f' на сторону $(c'b')$ и f_1' на прямую $(m'n')$.

Проецировали снизу вверх, на точки f_1' и f' смотрим **сверху** и видим сначала точку f_1' на прямой $(m'n')$, следовательно, на горизонтальной проекции прямая закрывает треугольник.

Тема 5. Проецирование плоскости

Задание плоскости на эюре

Плоскость на чертеже может быть задана:

- 1) проекциями трех точек, не лежащих на одной прямой;
- 2) проекциями прямой и точки, не лежащей на этой прямой;
- 3) проекциями двух параллельных прямых;
- 4) проекциями двух пересекающихся прямых;
- 5) проекциями плоской фигуры;
- 6) следами.

Плоскость в первом октанте задана двумя пересекающимися прямыми.

Следом плоскости называется линия пересечения плоскости с плоскостями проекций (P_H, P_V, P_W). Линия пересечения плоскости с горизонтальной плоскостью проекций называется *горизонтальным следом* P_H , с фронтальной плоскостью проекций – *фронтальным следом* P_V , с профильной плоскостью проекций – *профильным следом* P_W (рис. 21).

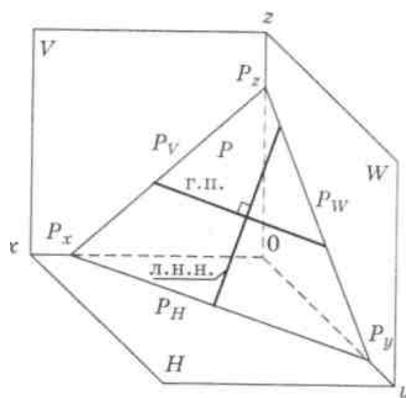


Рис. 21. Задание плоскости на эюре

Точками схода следов называются точки пересечения следов плоскости между собой P_x , P_y , P_z .

Главные линии плоскости: *горизонталь плоскости* – прямая, лежащая в плоскости параллельно горизонтальной плоскости проекций (отмечена на рис. 17); *фронталь плоскости* – прямая, лежащая в плоскости параллельно фронтальной плоскости проекций; *профильная линия* – прямая, лежащая в плоскости параллельно профильной плоскости проекций; *линия наибольшего наклона* (Л.Н.Н.) плоскости к плоскостям проекций – линия, лежащая в плоскости перпендикулярно линиям уровня или следам плоскости (в данном случае – следу P_H).

Плоскостью общего положения называется плоскость, не параллельная и не перпендикулярная ни одной из плоскостей проекций. Такие плоскости имеют три следа, расположенные под острым углом к осям проекций (рис. 21).

Плоскости частного положения расположены либо параллельно одной из плоскостей проекций (следовательно, перпендикулярно к двум остальным), либо перпендикулярно одной из плоскостей проекций.

Проецирующие плоскости перпендикулярны одной из плоскостей проекций (рис. 22).

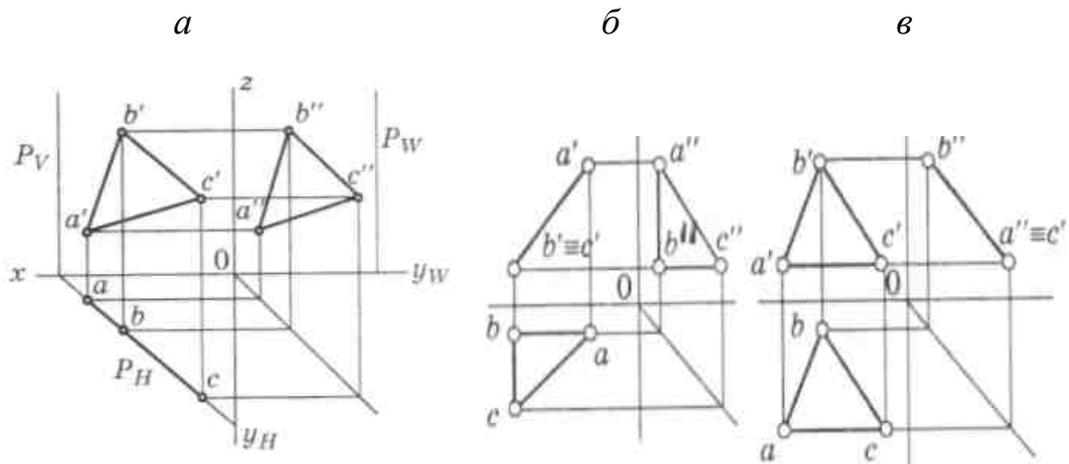


Рис. 22. Эпюры проецирующих плоскостей

Плоскость, перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций, называется *горизонтально-проецирующей*. Плоская фигура ($\triangle ABC$) на горизонтальную плоскость проекций проецируется отрезком прямой линии, лежащим на горизонтальном следе P_H плоскости. На остальные плоскости проекций фигура проецируется с искажением. Плоскость, перпендикулярная фронтальной плоскости проекций, называется *фронтально-проецирующей*. Она проецируется на плоскость V в виде отрезка прямой, а на плоскости H и W – с искажениями. Плоскость, перпендикулярная профильной плоскости проекций, называется *профильно-проецирующей*. Она проецируется на плоскость W в виде отрезка прямой, а на плоскости H и V – с искажениями.

Плоскости уровня параллельны одной из плоскостей проекций (рис. 23).

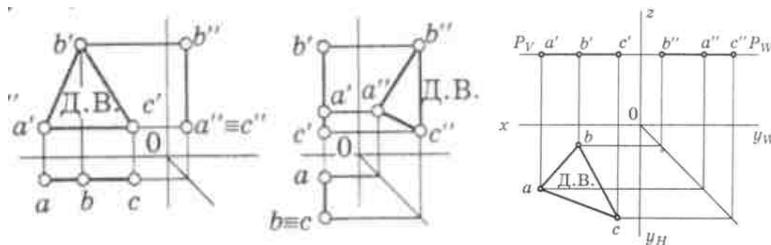


Рис. 23. Эпюры плоскостей уровня

Плоскость, параллельная горизонтальной плоскости проекций, называется *горизонтальной плоскостью*. Фронтальный P_V и профильный P_W следы располагаются параллельно осям x и y_w . Плоская фигура проецируется на горизонтальную плоскость проекций в действительную величину (Д.В.). На две другие плоскости фигура проецируется в виде отрезков прямой, лежащих на соответ-

ствующих следах плоскости. Плоскость, параллельная фронтальной плоскости проекций, называется *фронтальной плоскостью*. На плоскость V она проецируется в действительную величину, а на остальные плоскости в виде отрезков прямой, параллельных осям x и z . Плоскость, параллельная профильной плоскости проекций, называется *профильной плоскостью*. На плоскость W она проецируется в действительную величину, а на остальные плоскости в виде отрезков прямых линий, параллельных оси yH .

Взаимное пересечение плоскостей. Плоскости в пространстве могут быть либо параллельны, либо пересекаться одна с другой. Признаки параллельности двух плоскостей:

– плоскости параллельны, если соответствующие следы плоскостей параллельны друг другу;

– плоскости параллельны, если проекции двух пересекающихся прямых, принадлежащих одной плоскости, параллельны проекциям двух пересекающихся прямых, принадлежащих другой плоскости.

Если плоскости пересекаются, то для построения их линии пересечения необходимо:

1) определить точки пересечения двух прямых, принадлежащих одной плоскости, с другой плоскостью, или точку пересечения прямой, принадлежащей одной плоскости, с другой плоскостью и точку пересечения прямой, принадлежащей другой плоскости, с первой плоскостью;

2) через найденные точки провести прямую – это и будет линия пересечения;

3) определить видимость конкурирующих точек.

Пример построений показан на рис. 24.

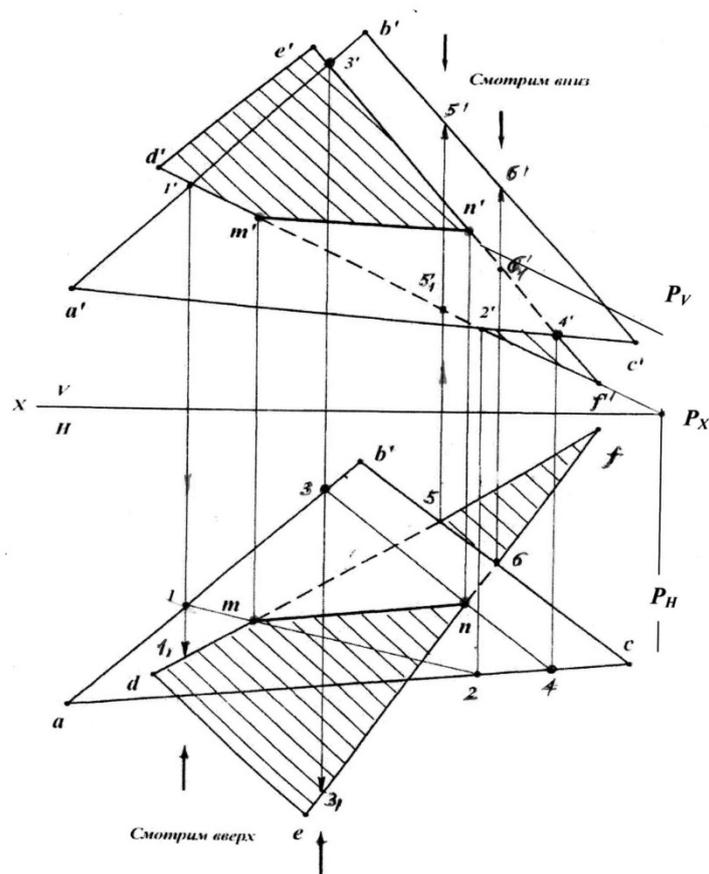


Рис. 24. Пересечение плоскостей

Определение линии пересечения плоскостей

1. Построение точки M пересечения прямой DF с ΔABC .

1.1. Через прямую DF проведем вспомогательную фронтально-проецирующую плоскость P : P_V – фронтальный след.

1.2. Отметим следы P_X и P_H .

1.3. Отметим фронтальные проекции точек пересечения плоскости P и ΔABC : точки $1'$ и $2'$.

1.4. Найдем горизонтальные проекции – точки 1 и 2 – проекционными лучами на прямых (ab) и (ac) .

1.5. Проведем прямую (12) .

1.6. $(12) \cap (df) = m$.

1.7. Найдем фронтальную проекцию m' на прямой $(d'f')$.

2. Построение точки N пересечения прямой EF с ΔABC .

2.1. Через прямую EF проведем вспомогательную фронтально-проецирующую плоскость Q : Q_V – фронтальный след (на чертеже не показан).

2.2. Отметим следы Q_X и Q_H (на чертеже не показаны).

2.3. Отметим фронтальные проекции точек пересечения плоскости Q и ΔABC : точки $3'$ и $4'$.

2.4. Найдем горизонтальные проекции линиями проекционной связи – точки 3 и 4 на прямых (ab) и (ac) .

2.5. Проведем прямую (34) .

2.6. $(34) \cap (ef) = n$.

2.7. Найдем фронтальную проекцию n' на прямой $(e'f')$.

2.8. Соединим точки m' и n' : $(m'n')$ – фронтальная проекция линии пересечения MN с ΔABC . Соединим точки m и n : (mn) – горизонтальная проекция линии пересечения MN с ΔABC .

Определение видимости проекций прямых EF и DF методом конкурирующих точек

1. Определение видимости проекций прямой DF .

1.1. От $I' = (d'f') \cap (a'b')$ вниз на H проведена линия проекционной связи, найдем ее пересечения с (ab) и (df) : получим горизонтальные проекции: I на (ab) , I_1 на (df) .

1.2. Проецировали сверху вниз, на I и I_1 смотрим **снизу** и видим сначала точку I_1 на Δdef , поэтому на фронтальной проекции $\Delta d'e'f'$ ‘ закрывает $\Delta a'b'c'$ от точки m' до точки I' , тогда от точки m' до точки $2'$ $\Delta a'b'c'$ закрывает $\Delta d'e'f'$ ‘.

1.3. От $5 = (df) \cap (bc)$ вверх на V проведем линию проекционной связи и найдем ее пересечения с $(b'c')$ и $(d'f')$: получим фронтальные проекции $5_1'$ на $(d'f')$, $5'$ на $(b'c')$.

1.4. Проецировали снизу вверх, на $5'$ и $5_1'$ смотрим **сверху** и видим сначала точку $5'$ на $\Delta a'b'c'$, поэтому на горизонтальной проекции Δabc закрывает Δdef от точки m до точки 5 , а от точки m до точки d Δdef закрывает Δabc .

2. Определение видимости проекций прямой EF .

2.1. От $3' = (e'f') \cap (a'b')$ вниз на H проведена линия проекционной связи, находим ее пересечения с (ab) и (ef) : получаем горизонтальные проекции: 3 на (ab) , 3_1 на (ef) .

2.2. Проецировали сверху вниз, на 3 и 3_1 смотрим **снизу** и видим сначала точку 3_1 на Δdef , поэтому на фронтальной проекции $\Delta d'e'f'$ закрывает $\Delta a'b'c'$ от точки n' до точки $3'$, тогда от точки n' до точки $4'$ $\Delta a'b'c'$ закрывает $\Delta d'e'f'$.

2.3. От $6 = (ef) \cap (bc)$ вверх на V проведем линию проекционной связи и найдем ее пересечения с $(b'c')$ и $(e'f')$: получим фронтальные проекции: $6_1'$ на $(e'f')$, $6'$ на $(b'c')$.

2.4. Проецировали снизу вверх, на $6'$ и $6_1'$ смотрим **сверху** и видим сначала точку $6'$ на $\Delta a'b'c'$, поэтому на горизонтальной проекции Δabc закрывает Δdef от точки n до точки 6 , тогда от точки n до точки e Δdef закрывает Δabc .

Следует отметить, что выступающие углы треугольника всегда видимые.

Тема 6. Метрические задачи. Способы преобразования чертежа

Положение точки относительно плоскостей проекций. Точка принадлежит плоскости, если проекции точки лежат на соответствующих проекциях прямой, принадлежащих данной плоскости. Если точка лежит в плоскости проекций, то ее проекция на эту плоскость совпадает с самой точкой, а две другие проекции располагаются на осях проекций (рис. 25). Две проекции точки, лежащие на оси проекций, совпадают с самой точкой, а третья находится в начале координат.

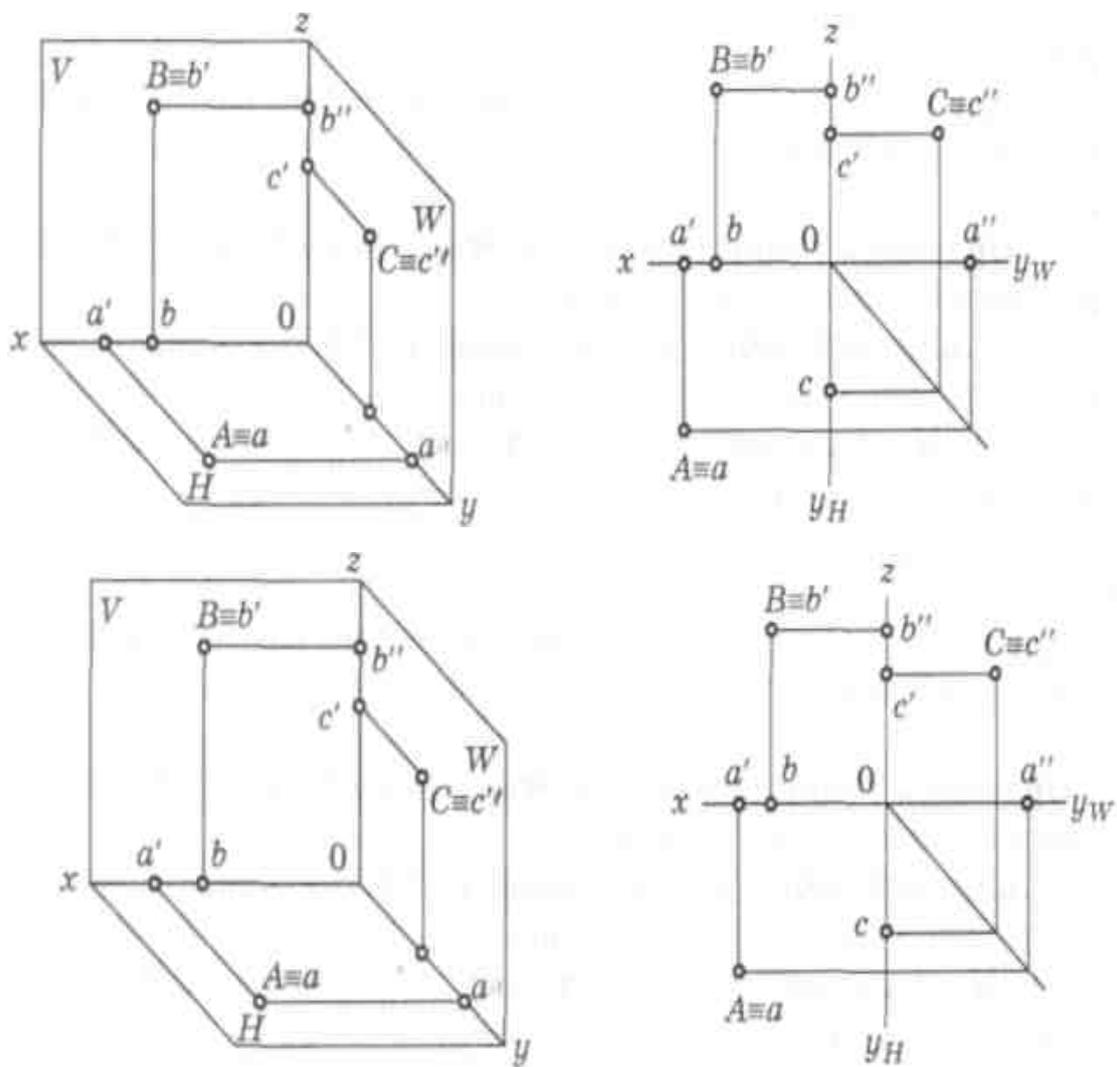


Рис. 25. Проекция точек, лежащих на плоскостях проекций

Нахождение натуральной величины треугольника способом перемены плоскостей. Введем две дополнительные плоскости проекций (рис. 26):

1. $V_1 \perp H$ и $V_1 \perp \Delta ABC$;
2. $H_1 \perp V_1$ и $H_1 \parallel \Delta ABC$.

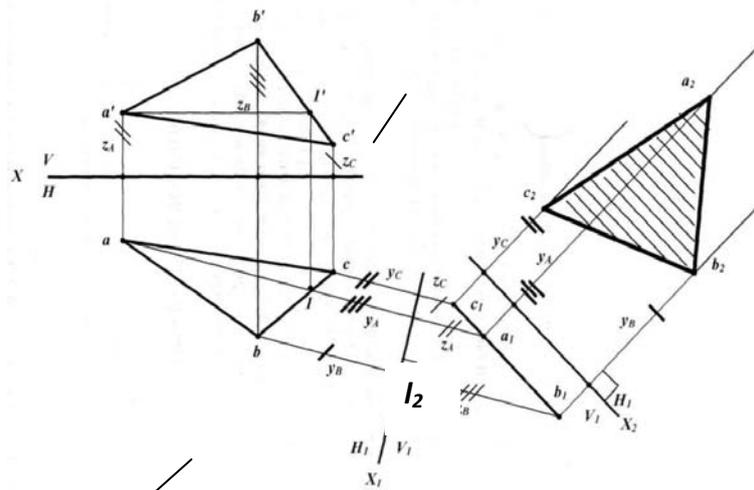


Рис. 26. Определение натуральной величины треугольника способом перемены плоскостей

1. Так как $V_1 \perp H$ и $V_1 \perp \Delta ABC$, то ΔABC является проецирующим в плоскости V_1 . Для построения проекции ΔABC в плоскости V_1 построим горизонталь $(A1)$: ее фронтальная проекция $(a'1')$, горизонтальная проекция $(a1)$.

2. Перпендикулярно горизонтальной проекции $(a1)$ проведем ось X_1 – горизонтальный след плоскости V_1 .

3. Проведем через точки a, b, c прямые $l_1, l_2, l_3 \parallel (a1)$.

4. От оси X_1 на l_1, l_2, l_3 отложим отрезки z_A, z_B, z_C , которые должны лежать на одной прямой. Отрезок (c_1b_1) – фронтальная проекция ΔABC в плоскости V_1 .

5. Рассмотрим плоскости $H_1 \perp V_1$ и $H_1 \parallel \Delta ABC$, в ней ΔABC является треугольником уровня и виден в натуральную величину. Проведем ось $X_2 \parallel (c_1b_1)$ – след плоскости H_1 в плоскости V_1 .

6. Проведем через точки a_1, b_1, c_1 прямые $n_1, n_2, n_3 \perp X_2$.

7. На прямых n_1, n_2, n_3 отложим от оси X_2 расстояния y_A, y_B, y_C и получим точки a_2, b_2, c_2 .

8. $\Delta a_2 b_2 c_2$ является натуральной величиной ΔABC .

Нахождение натуральной величины треугольника способом вращения без указания на чертеже осей вращения, перпендикулярных плоскостям V и H . Порядок построения указан на (рис. 27).

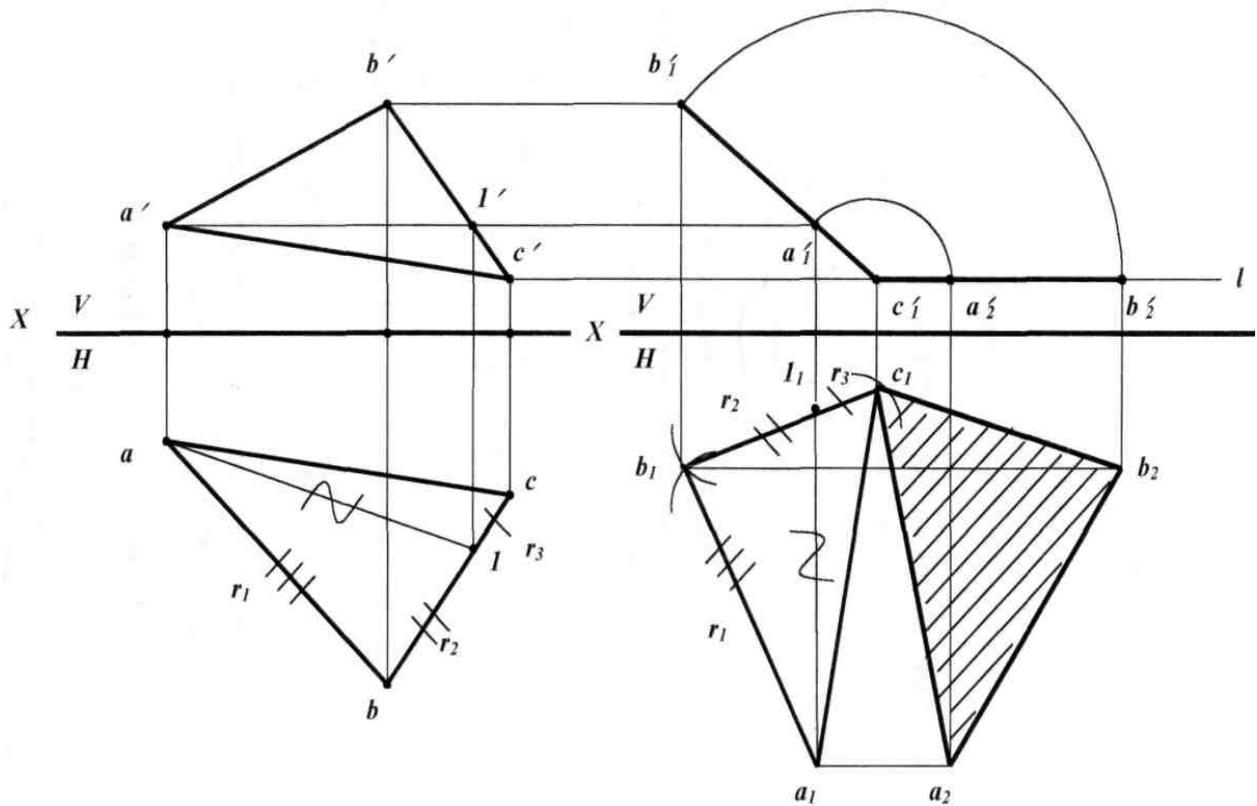


Рис. 27. Определение натуральной величины треугольника методом вращения

Поворот вокруг оси $\perp H$, проходящей через точку a до положения $\Delta ABC \perp V$

1. В ΔABC проводим горизонталь (AI) : в $\Delta a'b'c'$ проведем прямую $(a'I') \parallel X$.
2. В Δabc найдем проекцию горизонтали (aI) .
3. На свободном поле чертежа проведем прямую $(a_1I_1) \perp V$ или, что то же самое, $(a_1I_1) \perp X$.
4. От точки a_1 сделаем засечку радиусом r_1 , от точки I_1 сделаем засечку радиусом r_2 и на пересечении получим точку b_1 .
5. Проведем прямую через точки b_1 и I_1 и на ней от точки I_1 радиусом r_3 получим точку c_1 .
6. Из точек a', b', c' проведем прямые параллельно оси X , из точек a_1, b_1, c_1 проведем перпендикуляры к оси X , на их пересечении получаем точки a_1', b_1', c_1' . Отрезок $(b_1' c_1')$ – фронтальная проекция ΔABC .

Поворот вокруг оси $\perp V$, проходящей через точку c_1 до положения $\Delta ABC \parallel H$

1. Через точку c_1' проведем прямую $l \parallel X$.
2. Радиусами $(c_1'a_1')$, $(c_1'b_1')$ сделаем засечки на прямой l и получим точки a_2' , b_2' .
3. Из точек a_2' , b_2' , c_1' проведем прямые перпендикулярно X , из точек a_1 , b_1 проведем прямые параллельно X , на их пересечении получим точки a_2 , b_2 .
4. $\Delta a_2 b_2 c_1$ – натуральная величина ΔABC .

Тема 7. Многогранники

Геометрическая поверхность образуется движением в пространстве прямой или кривой линии, называемой *образующей*, по другой линии (или двум линиям) называемой *направляющей*. Часть пространства, ограниченная со всех сторон геометрической поверхностью, называется *геометрическим телом*.

Этюры многогранников

Многогранником называется геометрическое тело, ограниченное плоскими фигурами, – многоугольниками.

Призма – многогранник, две грани которого являются равными многоугольниками, расположенными в параллельных плоскостях (основания призмы), а остальные грани — параллелограммами (боковые грани призмы) – см. рис. 28.

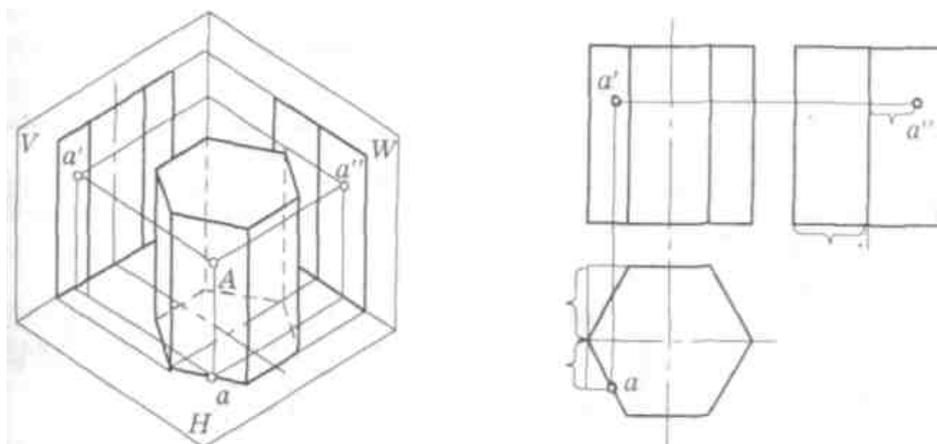


Рис. 28. Этюры шестигранной призмы

Призма, боковые грани которой перпендикулярны основаниям, называется *прямой*. Если боковые грани не перпендикулярны основаниям, призма называется *наклонной*. Боковые грани прямой призмы представляют собой прямоугольники. Если в основании прямой призмы лежит правильный многоугольник, то призма называется *правильной*. Линии пересечения боковых граней называются *боковыми ребрами*. Линии пересечения боковых граней с основаниями называются *ребрами основания*. Точки пересечения ребер называются *вершинами призмы*.

Пирамида – многогранник, одна грань которого (основание) является многоугольником, а остальные грани (боковые) – треугольники с общей вершиной (рис. 29).

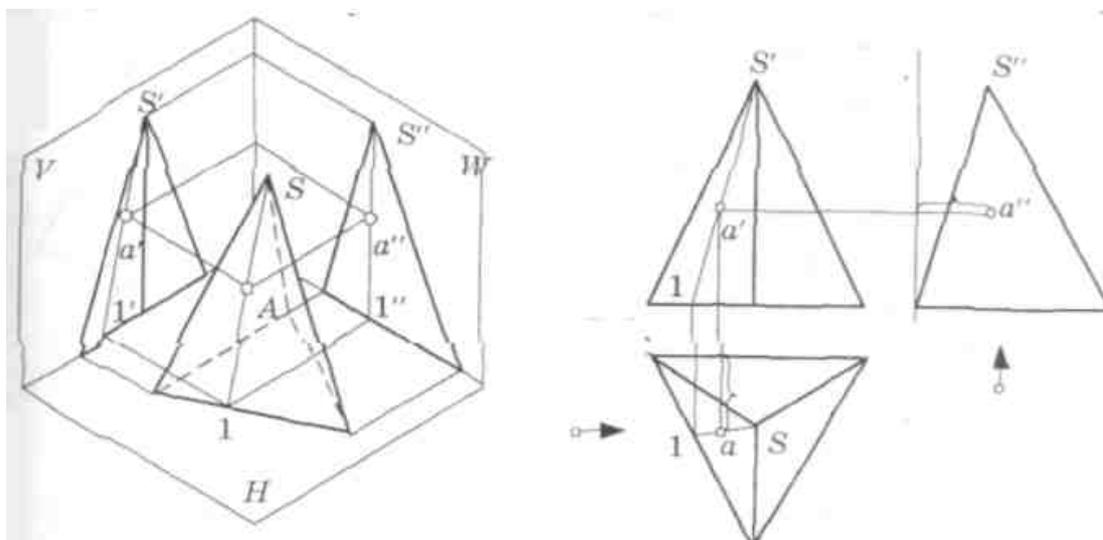


Рис. 29. Этюры трехгранной пирамиды

Если в основании пирамиды лежит правильный многоугольник, а высота пирамиды проходит через центр основания (центр описанной вокруг основания окружности), то пирамида называется *правильной*. Боковыми гранями правильной пирамиды будут равнобедренные треугольники. Боковые ребра пирамиды пересекаются в одной точке, называемой *вершиной пирамиды*.

Пересечение многогранников. Рассмотрим задачу определения линии пересечения призмы и пирамиды (рис. 30).

1. Найти точки пересечения ребер призмы с гранями пирамиды.

1.1. Так как грани призмы перпендикулярны к плоскости H , то горизонтальные проекции точек пересечения ребер пирамиды с гранями призмы: точки $1 = (as) \cap (ek)$, $3 = (bs) \cap (ek)$, $3 = (bs) \cap (ed)$, $4 = (bs) \cap (dk)$, $5 = (cs) \cap (ed)$, $6 = (cs) \cap (ek)$.

1.2. Найдем соответствующие фронтальные проекции полученных точек линиями проекционной связи: точки $1'$ на $(a's')$, $2'$ на $(a's')$, $3'$ на $(b's')$, $4'$ на $(b's')$, $5'$ на $(c's')$, $6'$ на $(c's')$.

2. Найти точки пересечения ребер призмы с гранями пирамиды.

2.1. Ребра EE_1 и DD_1 , как видно из чертежа, в пересечении не участвуют.

2.2. Для построения точек пересечения ребра KK_1 с гранями пирамиды проведем через ребро KK_1 горизонтально-проецирующую плоскость, которая пересекает грань ABS по прямой (MS) , грань BCS по прямой (NS) : горизонтальный след этой плоскости – прямая (ms,ns) , фронтальные проекции этого следа будут на соответствующих плоскостях – это прямые $(m's')$, $(n's')$.

2.3. Фронтальные проекции точек пересечения ребер призмы с гранями пирамиды: точки $7' = (m's') \cap (k_1'k')$, $8' = (n's') \cap (k_1'k')$. Горизонтальные проекции точек пересечения ребер пирамиды с гранями призмы: точки 7 и 8.

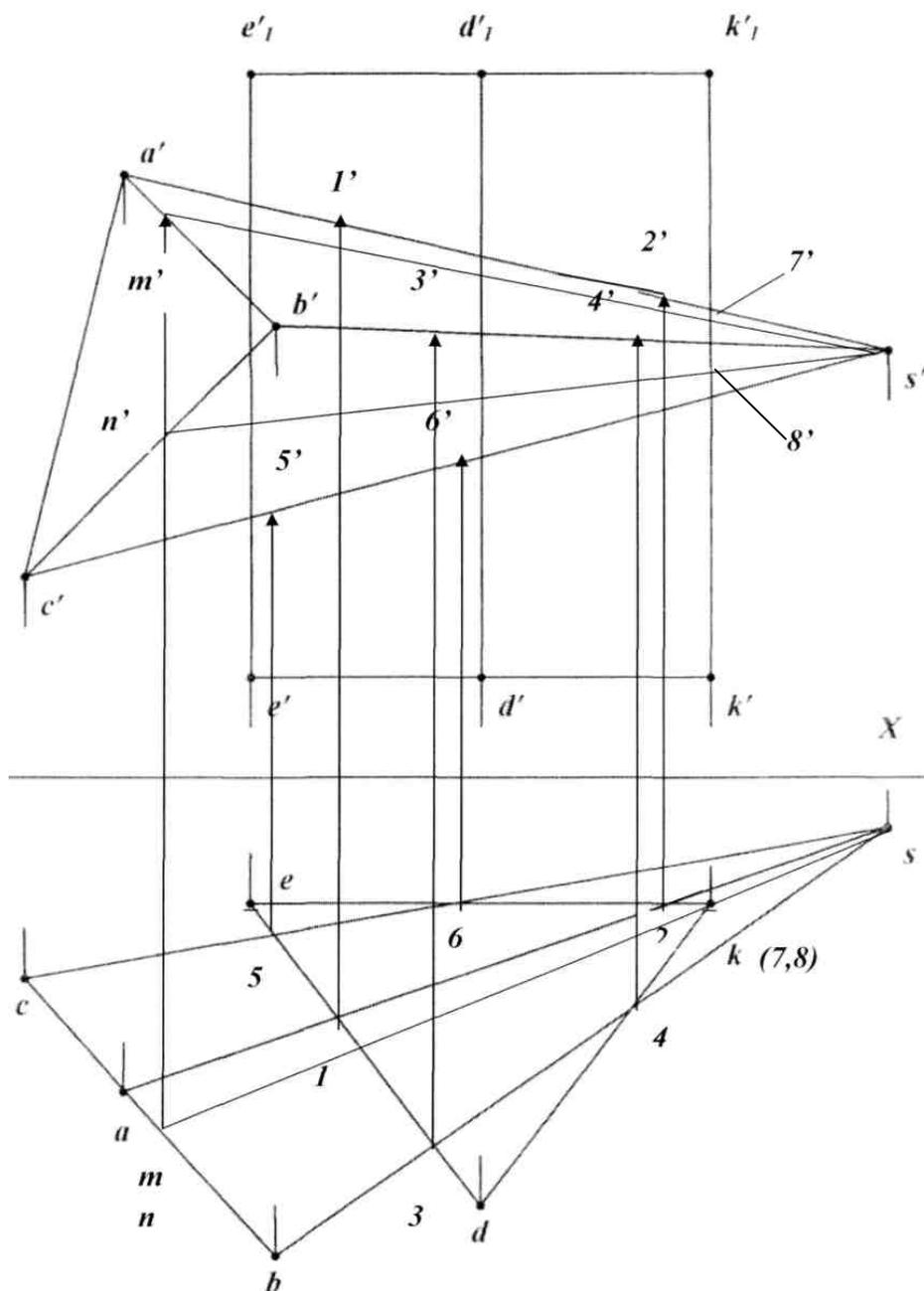


Рис. 30. Построение точек пересечения призмы и пирамиды

В данном случае горизонтальная проекция линии пересечения поверхностей многогранников совпадает с горизонтальной проекцией призмы, и найденные точки следует соединять только на фронтальной проекции. Для определения последовательности соединения фронтальных проекций точек, полученных в пересечении двух многогранников, используют метод Д. Г. Ананова. Он основан на построении схематических разверток поверхностей пересекающихся тел. Ребра призмы на схеме расположены вертикально, ребра пирамиды – наклонно (рис. 31). На развертки наносим точки, принадлежащие линии пересечения.

чения. Отметим на схеме знаком «+» те грани, которые на фронтальной плоскости будут видимы, а знаком «-» – грани, которые на этой плоскости будут невидимы (линии на гранях, где сочетаются два «минуса», будут невидимы).

Составляем схему соединения точек и видимости линий.

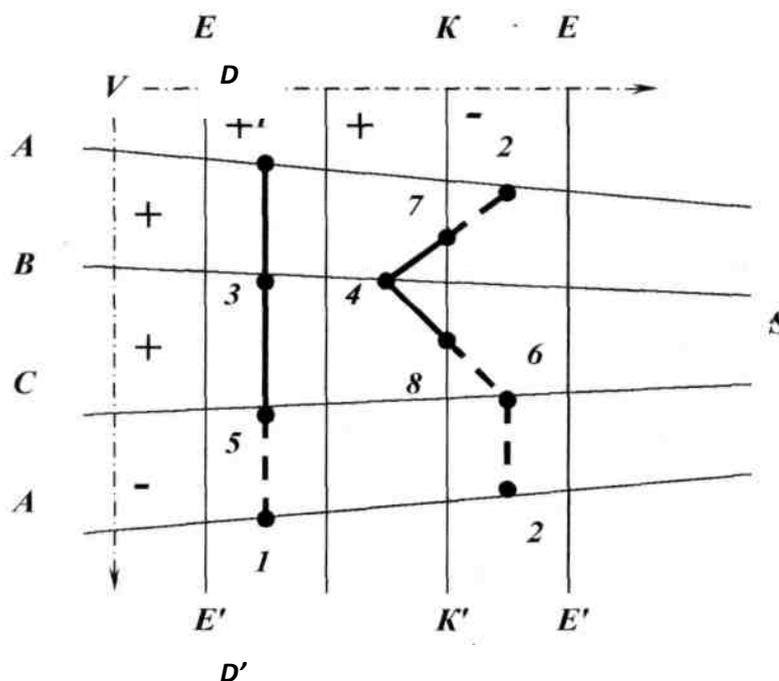


Рис. 31. Схема соединения точек и видимости линий

Соединим точки, лежащие на одной грани: точки **1** и **3**, **3** и **5**, **5** и **1** – лежат на грани EDE_1D_1 , точки **2** и **7**, **7** и **4** – лежат на грани ABS , точки **4** и **8**, **8** и **6** – лежат на грани CBS точки **6** и **2** – лежат на грани ACS .

Определим видимость, используя правило: отрезки, принадлежащие двум видимым граням, – видимы; отрезки, принадлежащие двум невидимым граням, – невидимы; отрезки, принадлежащие двум разным по видимости граням, – невидимы.

Отрезки **1-3**, **3-5**, **7-4**, **4-8** – видимы; отрезки **5-1**, **2-7**, **8-6**, **6-2** – невидимы.

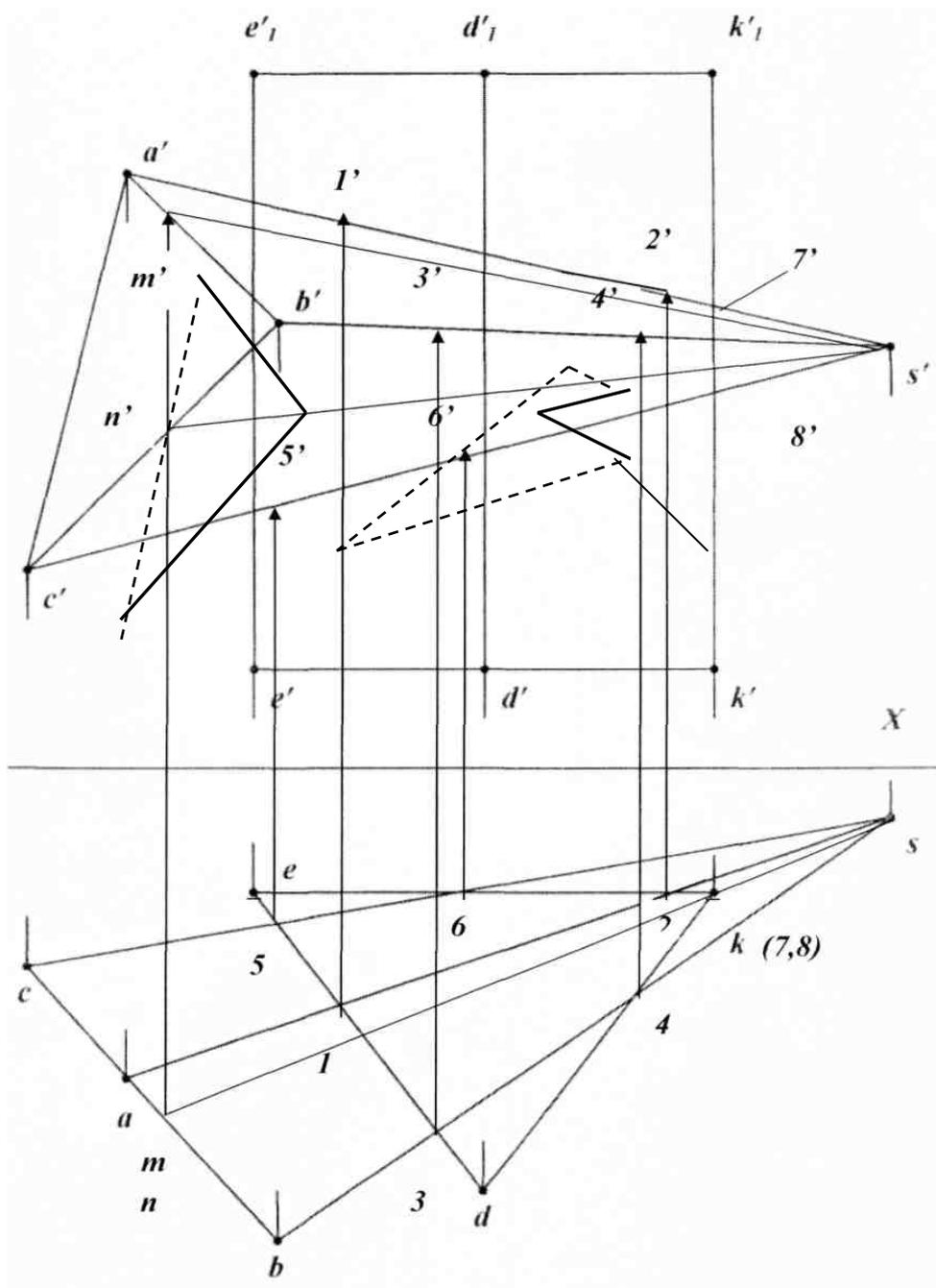


Рис. 32. Построение линий пересечения призмы и пирамиды

На фронтальной проекции соединим отрезки согласно схеме:

– видимые отрезки – сплошными основными линиями, невидимые – штриховыми линиями (рис. 32).

Тема 8. Тела вращения

Этюры тел вращения

Поверхность вращения – поверхность, образованная вращением прямой или кривой линии вокруг неподвижной прямой (оси вращения). Если все точки образующей движутся вокруг оси по окружностям, то полученная поверхность называется *круговой*. *Телами вращения* называют геометрические тела, ограниченные поверхностями вращения и плоскостями (цилиндр, конус), или только поверхностями вращения (шар, сфера, тор).

Цилиндрической называется поверхность, образованная вращением прямой линии, параллельной оси вращения.

Цилиндром называют геометрическое тело, ограниченное круговой цилиндрической поверхностью с двумя параллельными друг другу кругами – основаниями. Если образующие цилиндра перпендикулярны основаниям, то цилиндр называется *прямым* (рис. 33), если образующие расположены под углом, отличным от 90° , то цилиндр называется *наклонным*.

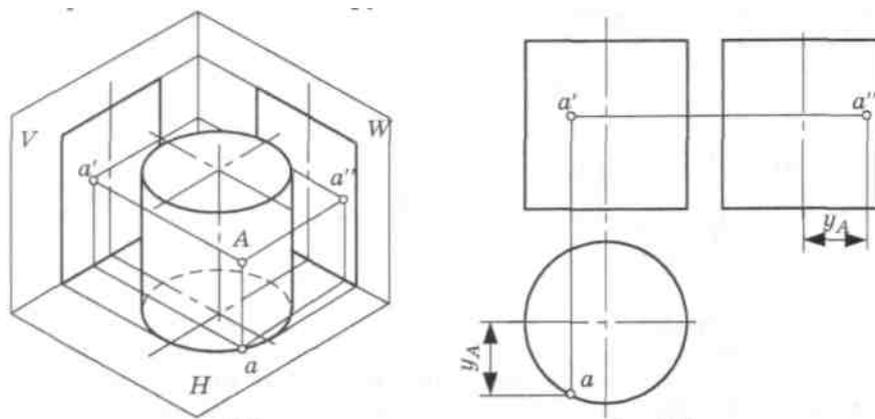


Рис. 33. Этюры прямого цилиндра

Коническая поверхность образуется вращением прямой линии, пересекающей ось вращения. Точка пересечения образующей с осью вращения называется *вершиной конуса*.

Конусом называется геометрическое тело, ограниченное конической круговой поверхностью, расположенной по одну сторону от вершины и кругом – основанием конуса. Если основание конуса перпендикулярно оси вращения, то

конус называется *прямым* (рис. 34), если основание конуса расположено под углом к оси вращения, то конус называется *наклонным*.

Сферической называется поверхность, образованная вращением окружности вокруг оси, расположенной в плоскости окружности и проходящей через центр окружности. Часть пространства, ограниченная сферической поверхностью, называется *шаром*. При пересечении сферической поверхности плоскостью всегда получается круг. (рис. 35). *Круговое кольцо* является телом, поверхность которого образована вращением окружности вокруг оси, лежащей в плоскости окружности, но не проходящей через ее центр (рис. 36).

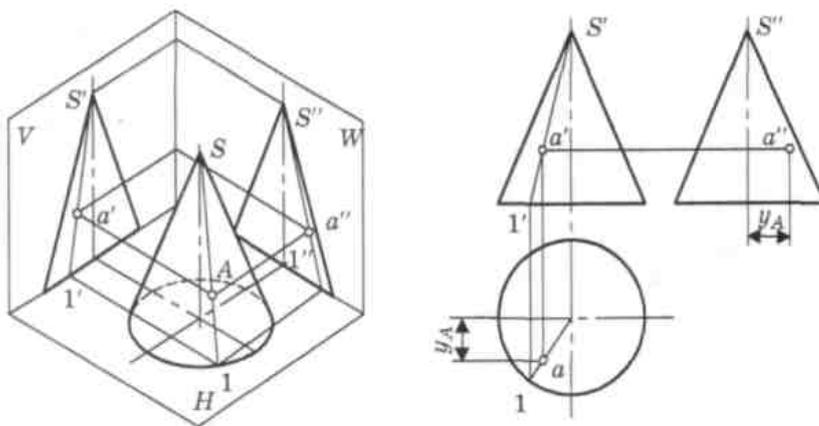


Рис. 34. Эюры прямого конуса

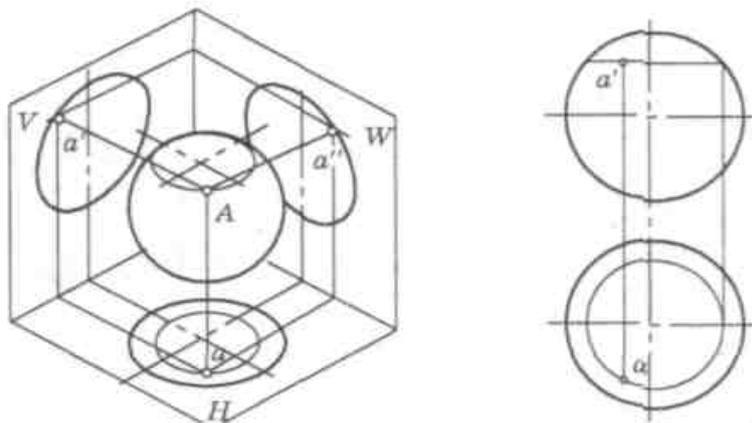


Рис. 35. Эюры сферической поверхности (шара)

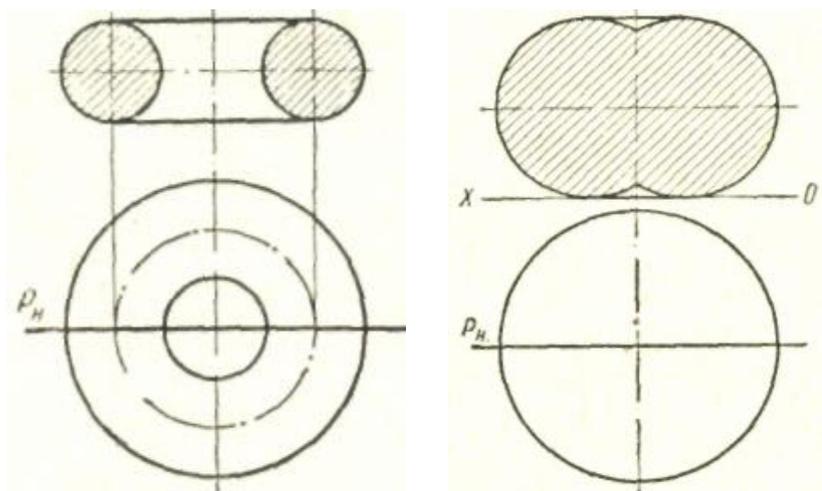


Рис. 36. Эюры кругового кольца и его сечение фронтальной плоскостью

Тором называют поверхность вращения, полученную при вращении дуги окружности вокруг замыкающей ее хорды (рис.36).

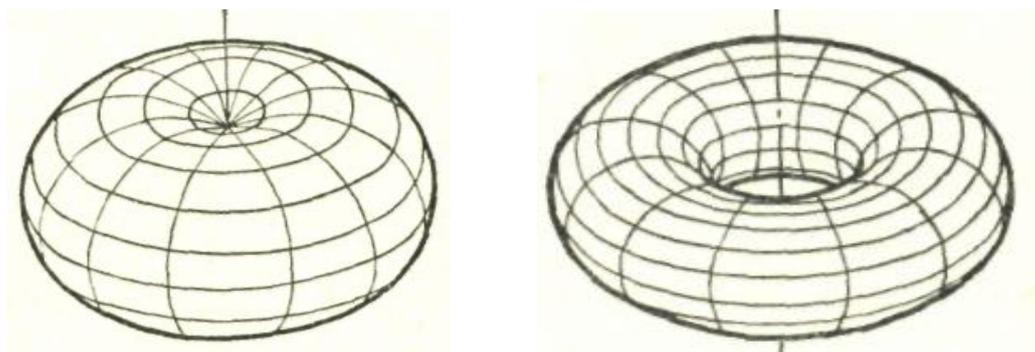


Рис. 37. Эюры тора и его сечение фронтальной плоскостью

Пересечение тел вращения. Пересечение тел вращения рассмотрим на примере пересечения конуса и цилиндра (рис. 38).

1. На фронтальной проекции отметим характерные точки пересечения конуса и цилиндра: точки $1', 2', 3', 4', 5', 6'$.

2. Найдем горизонтальные проекции этих точек: точки $1, 2, 3, 4, 5, 6$. Точка 1 лежит на горизонтальной проекции образующей конуса. Через точку $2'$ проведем вспомогательную фронтально-проецирующую плоскость, на плоскости H диаметром $(2'2_1')$ проводим окружность и получаем точку 2 на пересечении этой окружности и линии проекционной связи. Аналогично строим точки $3, 4, 5, 6$. Точки $3'$ (на плоскости H ее проекции 3 и 3_1) лежат на диаметре $(a'b')$. Точки $4'$ (4 и 4_1) – на радиусе $(4'4_1')$, точки $5'$ (5 и 5_1) – на радиусе от оси кону-

са до точки $5_1'$ или, что то же самое, на образующей цилиндра, точки $6'$ (6 и 6_1) – на радиусе ($6'6_1'$).

3. Точки $1', 6', 5'$, лежащие выше оси симметрии цилиндра, – видимые; точки $2', 3', 4'$, лежащие ниже оси, – невидимые.

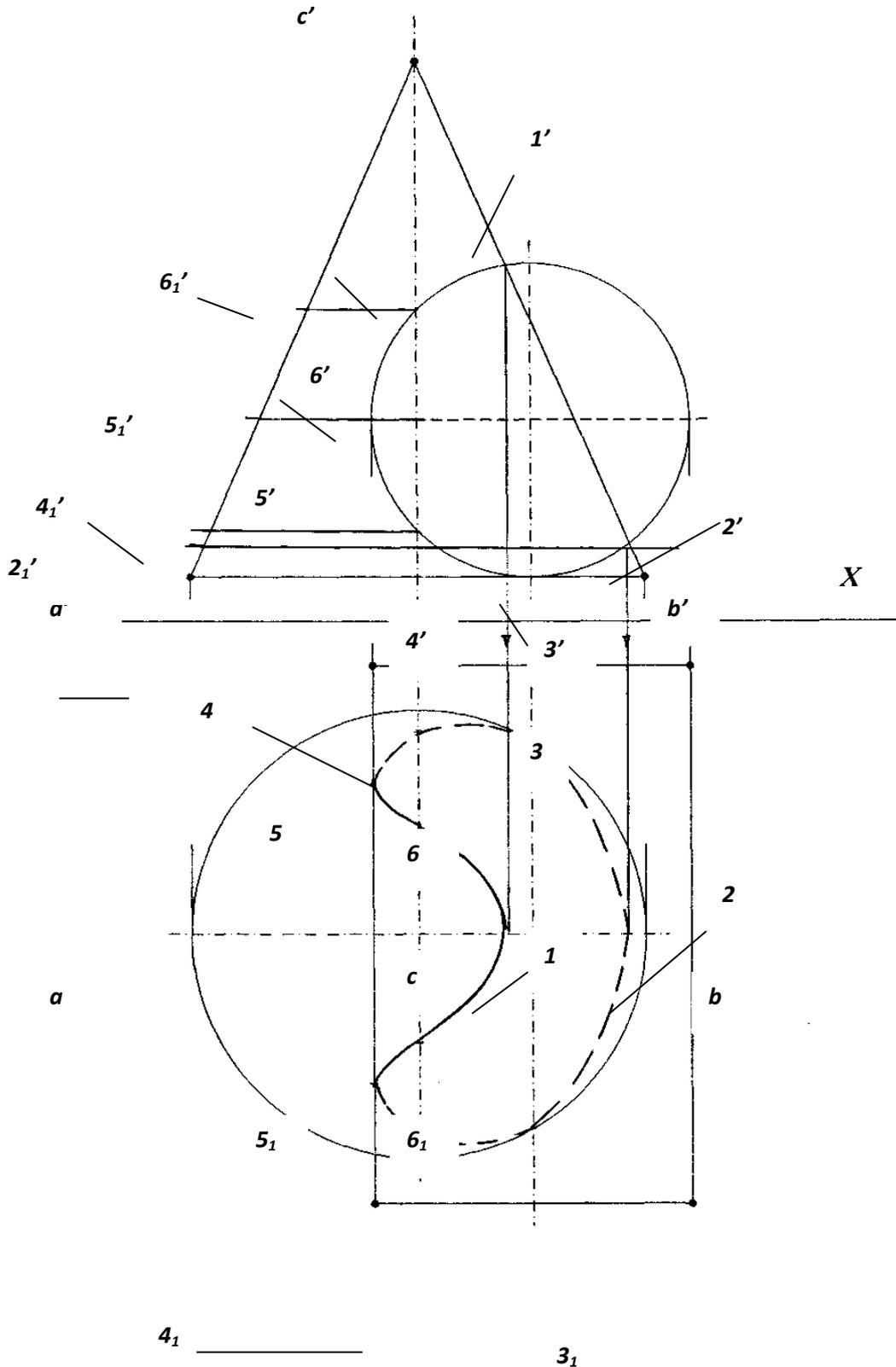


Рис. 38. Определение линии пересечения конуса и цилиндра

Тема 9. Аксонометрические проекции

Виды аксонометрических проекций. Для изображения объекта на плоскости используют:

1. Рисунок, который изображает предмет так, как он представляется глазу наблюдателя. В общем случае рисунок искажает форму и размеры предмета.

2. Чертеж из ортогональных проекций. Чертеж дает представление о размерах и форме предмета, но зачастую недостаточно нагляден.

3. Перспективное изображение, основанное на методе центрального проецирования. Оно дает представление о форме объекта, а размеры искажает.

4. Аксонометрические проекции дают наглядное, но несколько искаженное изображение предмета. Чаще всего их строят в дополнение к ортогональным проекциям, чтобы представить пространственную форму сложных объектов.

Стандартом установлены пять видов аксонометрических проекций. *Прямоугольные аксонометрические проекции* (проецирующие линии перпендикулярны аксонометрической плоскости проекций) подразделяются на *изометрическую* и *диметрическую* проекции (рис. 39 а, б)

Косоугольные аксонометрические проекции (проецирующие линии направлены под углом к аксонометрической плоскости проекций) делятся на *фронтальную изометрическую*, *горизонтальную изометрическую* и *фронтальную диметрическую* проекции (рис. 40).

Каждая из аксонометрических проекций имеет определенное стандартом расположение осей и *коэффициент искажения* – число, показывающее, в каком отношении изменяются длины элементов изображений вдоль соответствующих координатных осей.

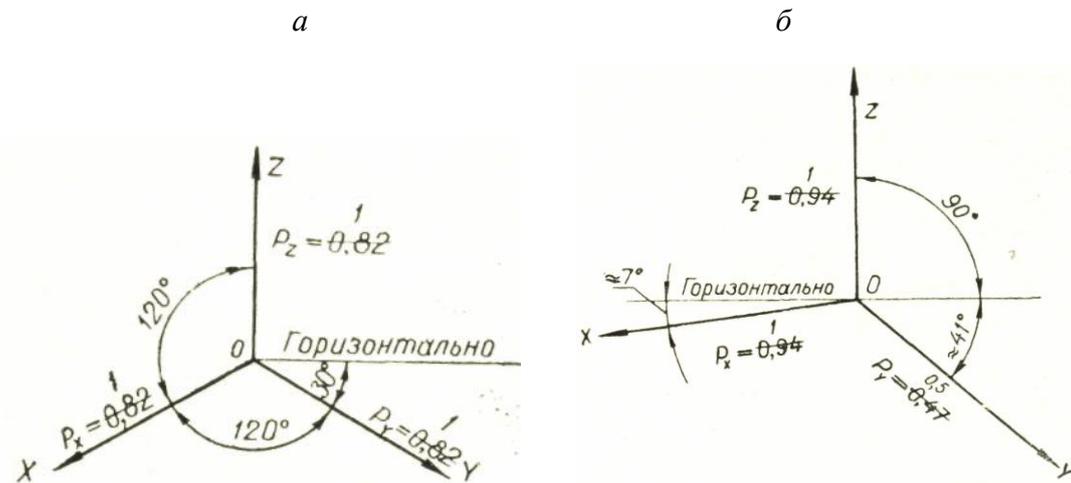


Рис. 39. Расположение координатных осей и коэффициенты искажения в прямоугольной изометрии (а) и прямоугольной диметрии (б)

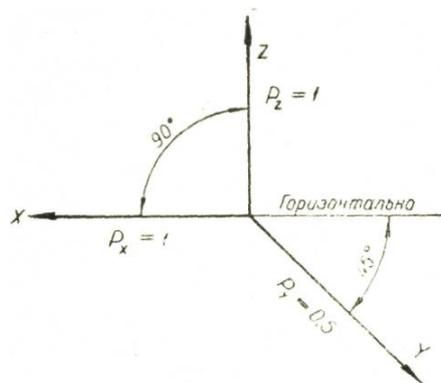


Рис. 40. Расположение координатных осей и коэффициенты искажения для косоугольной фронтальной диметрической проекции

Построение окружности в изометрии. Прямоугольные изометрические проекции наиболее просты и наглядны и чаще всего применяются в начертательной геометрии и черчении. В прямоугольной изометрии окружность изображается в виде эллипса, большая ось эллипса всегда перпендикулярна малой оси эллипса, а малая ось располагается на третьей оси проекции (рис. 41). При построении окружности в изометрии рассчитывают длины большой и малой осей эллипса по формулам:

$$D_{\text{бo}} = 1,22d$$

$$D_{\text{мо}} = 0,71d.$$

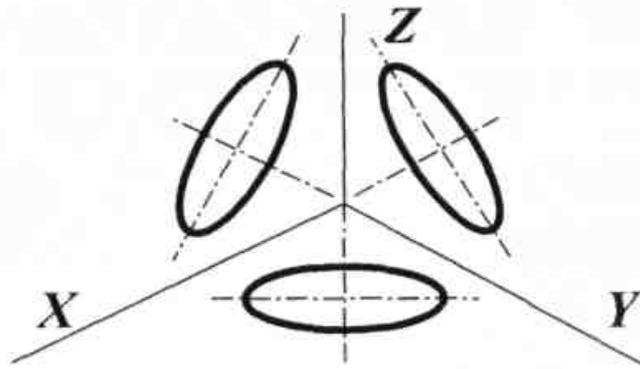


Рис. 41. Расположение эллипсов на плоскостях проекций

Например, для окружности диаметром $d = 50$ мм: $D_{\acute{o}o} = 1,22d = 61$ мм, $D_{mo} = 0,71d = 35$ мм (рис. 42).

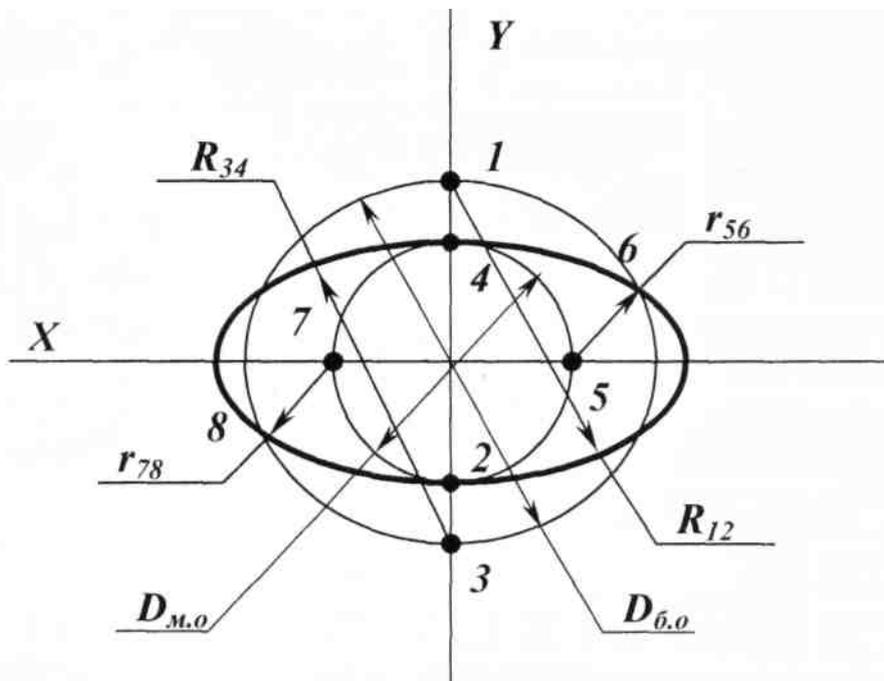


Рис. 42. Последовательность построения эллипса для горизонтальной плоскости проекций

Тема 10. Аксонометрия плоских фигур, многоугольников, окружностей, объемных тел

Основная схема построения аксонометрии

Для построения по координатам аксонометрической проекции любого типа, пользуются нижеприведенной схемой (рис. 43).

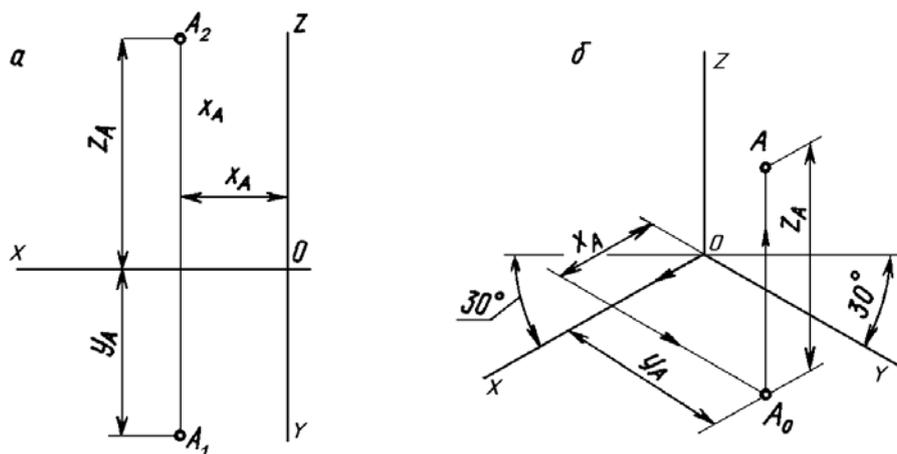


Рис. 43. Основная схема построения аксонометрии

Порядок построения, выбор аксонометрических проекций

При построении аксонометрического изображения какого-либо предмета придерживаются следующей последовательности:

1. Выбирают вид аксонометрической проекции в зависимости от формы изображаемого предмета.
2. Выбирают положение предмета относительно направления проектирования в соответствии с ортогональным чертежом.
3. Относят предмет к некоторой системе прямоугольных координат так, чтобы обеспечить наибольшие удобства определения координат его точек, используемых при построении аксонометрии.
4. Изображают аксонометрические оси в соответствии с выбранным видом аксонометрии.
5. Строят аксонометрическую проекцию, причем последовательность построений зависит от формы предмета.

Рассмотрим теперь те общие соображения, которыми руководствуются при выборе вида аксонометрической проекции. Изометрическое изображение лучше применять тогда, когда все три видимые стороны предмета имеют примерно одинаковое количество особенностей, необходимых для характеристики изображенного предмета. В тех случаях, когда наибольшее число характерных особенностей сосредоточено на одной стороне предмета, следует выбирать диметрию, причем так, чтобы наиболее отличающуюся особенностями сторону

предмета расположить параллельно плоскости Π_2 . Речь в данном случае идет о прямоугольных изометрии и диметрии. Косоугольная фронтальная диметрия удобна в тех случаях, когда изображаемый предмет содержит большое число окружностей, расположенных во взаимно параллельных плоскостях. При расположении этих плоскостей параллельно картине все окружности проецируются на картину также в виде окружностей и могут быть, следовательно, построены при помощи циркуля. Таким образом, применение фронтальной диметрии оправдывается в отдельных случаях лишь относительной простотой построения. Косоугольная фронтальная изометрия применяется при сложных контурах сооружения в плане.

Аксонометрия плоских фигур

С вопросом построения аксонометрии плоских фигур приходится неизбежно сталкиваться при построении аксонометрических проекций объемных тел, так как построение плоской фигуры обычно служит основой построения трехмерного тела.

Аксонометрическое изображение многоугольников

Задачи на построение аксонометрических проекций многоугольников являются наиболее простыми среди задач, поскольку любой многоугольник как геометрическая фигура состоит лишь из отрезков прямых (стороны многоугольника) и точек (вершин).

Задача 1. Построить изометрическую проекцию равнобокой трапеции ABCD, расположенной в плоскости Π_1 __

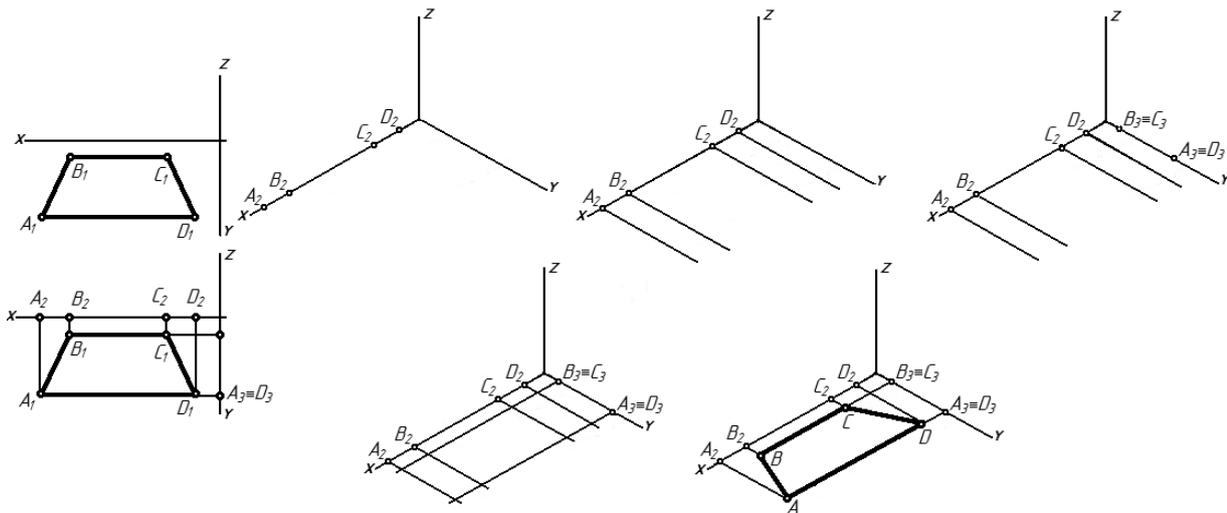


Рис. 44. Последовательность построения изометрической проекции равнобокой трапеции

Изобразим аксонометрические оси и выполним построения по приведенным коэффициентам искажения ($K = M = N = 1$). Ось Z в построении не участвует, поскольку изображаемая фигура лежит в плоскости PII . Построим изометрию вершин трапеции строя их по схеме (рис. 44). Соединив последовательно точки A, B, C, D , получим изометрию трапеции.

Задача 2. Построить диметрию правильного шестиугольника, заданного его ортогональными проекциями.

Так как фигура правильного шестиугольника симметрична, то аксонометрические оси удобно совместить с осями симметрии. Изобразим аксонометрические оси и выполним построения по приведенным коэффициентам искажения ($K = N = 1; M = 0,5$). Последовательность построения правильного шестиугольника для двух случаев: когда он расположен в плоскости проекций PII и когда он расположен в плоскости проекций PII (рис. 45 а, б).

Вершины A и B шестиугольника лежат на оси X , поэтому для их нахождения отложим расстояния $Y2A2$ и $Y2B2$, соответственно, на оси X в обе стороны.

Стороны CD и EF параллельны оси X и отстоят от неё на расстоянии $1-2/2$. Для нахождения точек 1 и 2 от начала координат в обе стороны отложим: a вдоль оси Z отрезок $1222/2$, вдоль оси Y отрезок $Z111/2$.

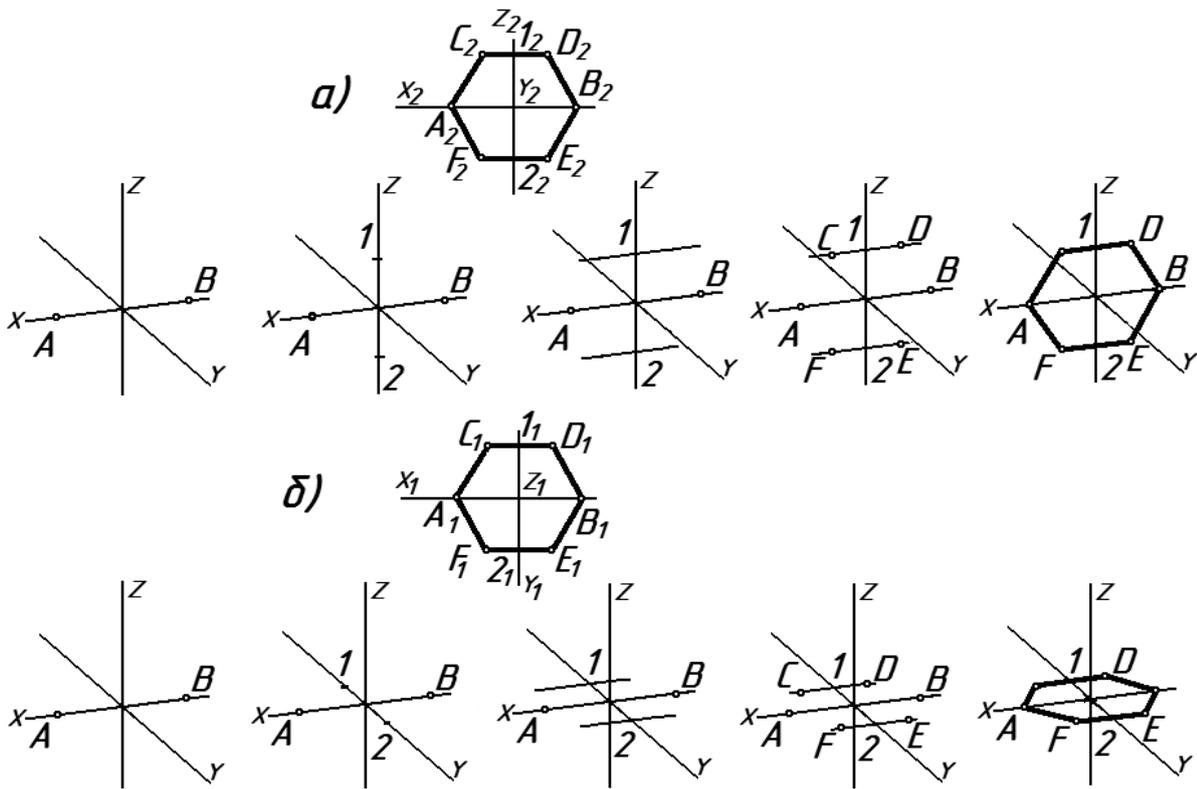


Рис. 45; а) и б). Построение диметрии правильного шестиугольника

Через точки 1 и 2 проведем прямые, параллельные оси OX , и отложим на них от точек 1 и 2 отрезки, равные половине либо стороны CD , либо стороны EF . Получим изображение точек C, D, E, F . Соединив последовательно точки, получим диметрию заданного шестиугольника.

Задача 3. Построить изометрию треугольника ABC , заданного его ортогональными проекциями (Рис.46). Плоскость треугольника занимает общее положение. Для построения изометрии треугольника необходимо построить последовательно изометрию точек A, B, C . Соединив их между собой, получим изометрию заданного треугольника – ABC .

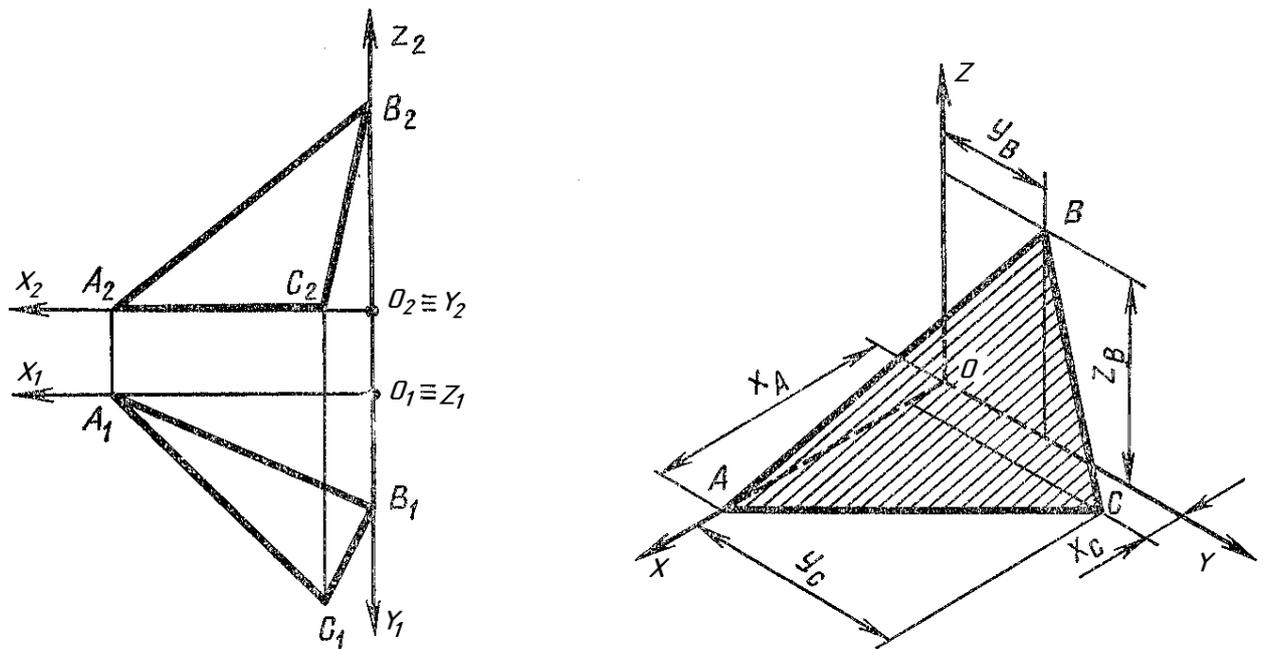


Рис. 46. Построение изометрии треугольника

АксонOMETрические проекции окружностей, расположенных в плоскостях Π_1 , Π_2 , Π_3 или параллельных им

Изометрия (прямоугольная)

Изображены изометрические проекции окружностей диаметра d , расположенных в плоскостях уровня. Построение проекций этих окружностей сводится к построению эллипсов по 8 точкам. Для этого окружность вписывают в квадрат и строят его изометрию. Диагонали полученного в изометрии параллелограмма определяют направление большой и малой осей эллипса. Важно заметить, что большая ось эллипса расположена всегда перпендикулярно «отсутствующей в плоскости окружности оси». Например, при построении изометрии окружности, расположенной в горизонтальной плоскости уровня, большая ось эллипса будет располагаться перпендикулярно отсутствующей в горизонтальной плоскости уровня оси OZ , во фронтальной плоскости уровня – перпендикулярно оси OY , в профильной плоскости уровня – перпендикулярно оси OX . Малая ось эллипса всегда перпендикулярна большой его оси. (рис.47). Эллипсы строят по восьми точкам, для этого вдоль большой и малой оси эллипсов откладываются расстояния, равные $1,22d$ и $0,71d$ соответственно.

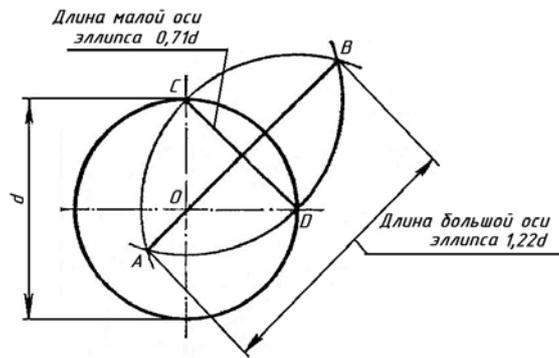


Рис. 47. Графический способ нахождения длины большой и малой осей эллипса

Таким образом получают 4 точки, необходимые для построения эллипса. Оставшиеся 4 точки получают, откладывая расстояния, равные d окружности, на прямых, проведенных через центр эллипса в направлении «присутствующих осей» (сопряженные диаметры).

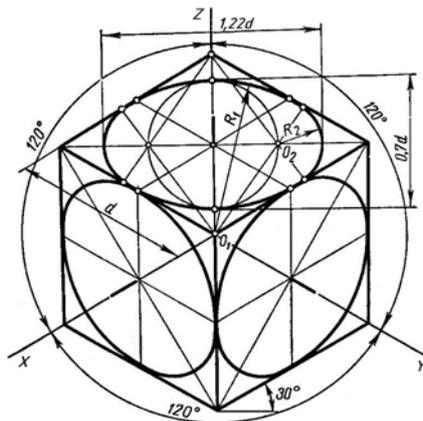


Рис. 48. Аксонометрическое изображение окружностей

Если данная окружность лежит в плоскости XOY , то сопряженные диаметры располагаются параллельно OX и OY , а если в плоскости YOZ , то параллельно OY и OZ , а если в плоскости XOZ , то параллельно OX и OZ (рис. 48).

Прямоугольная диметрия

Проекции окружностей диаметра d , расположенных в плоскостях уровня, построены по действительным и приведенным коэффициентам искажения. Направление осей эллипсов – проекций этих окружностей – подчинено тому же закону, что и в прямоугольной изометрии. (рис. 49 а.б.). Размеры осей эллипсов, по приведенным коэффициентам искажения, одинаковы для случаев расположения окружности в горизонтальных и профильных плоскостях уровня и

равны $a = 1,06d$; $b = 0,35d$. В случае расположения окружности во фронтальных плоскостях уровни размеры осей эллипсов равны $a = 1,06d$; $b = 0,94d$.

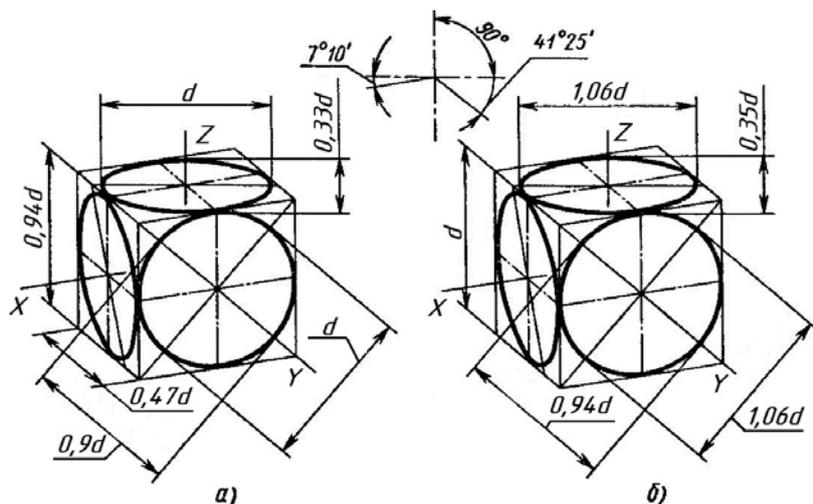


Рис. 49 (а, б). Прямоугольная диметрия окружности

Обычно для упрощения построения аксонометрических проекций окружности эллипсы заменяют очень близкими по начертанию овалами (рис. 50). Ниже приводятся некоторые способы построения овалов в прямоугольной изометрии и диметрии.

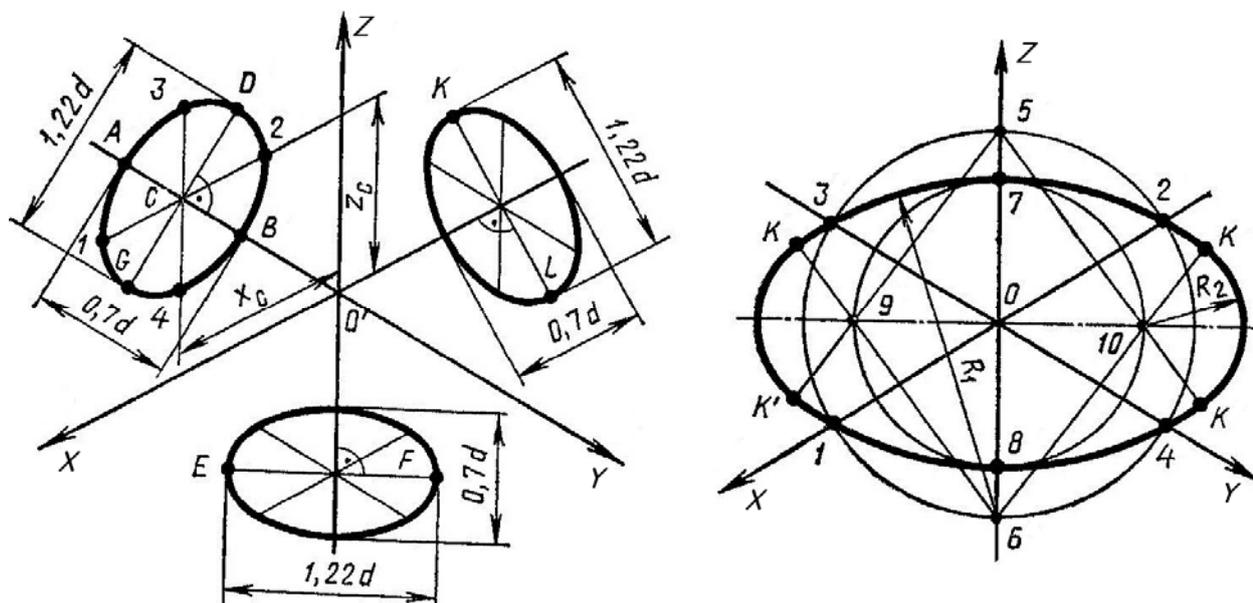


Рис. 50. Построение овала в прямоугольной изометрии

Последовательность построения овала в прямоугольной изометрии рассмотрим на примере построения его, лежащего в плоскости Π_1 :

- проводим оси для изометрии и направление большой оси эллипса, перпендикулярное оси Z ;

– из точки пересечения изометрических осей описываем окружность радиусом, равным радиусу заданной окружности. Она пересекает изометрические оси в точках 1, 2, 3, 4, 5 и 6;

– из точек 5 и 6 радиусом $R_1 = 63 = 51$ проводим дуги, которые пересекают ось Z в точках 7 и 8;

– из точки O проводим окружность радиусом $O7$, которая пересекает большую ось эллипса в точках 9 и 10. Эти точки будут центрами дуг сопряжения, замыкающими овал. Точки сопряжения K и K_1 находим на пересечении прямых, проходящих через точки 5 и 6 и центры дуг сопряжения 9 и 10 с дугами радиуса R_1 ;

– из центров 9 и 10 радиусом $R_2 = 9K = 10K$ проводим замыкающие дуги между точками сопряжения K и K_1 .

Последовательность построения овалов в прямоугольной диметрии рассмотрим на примере построения их, лежащих в плоскостях Π_1 и Π_2 (рис. 51).

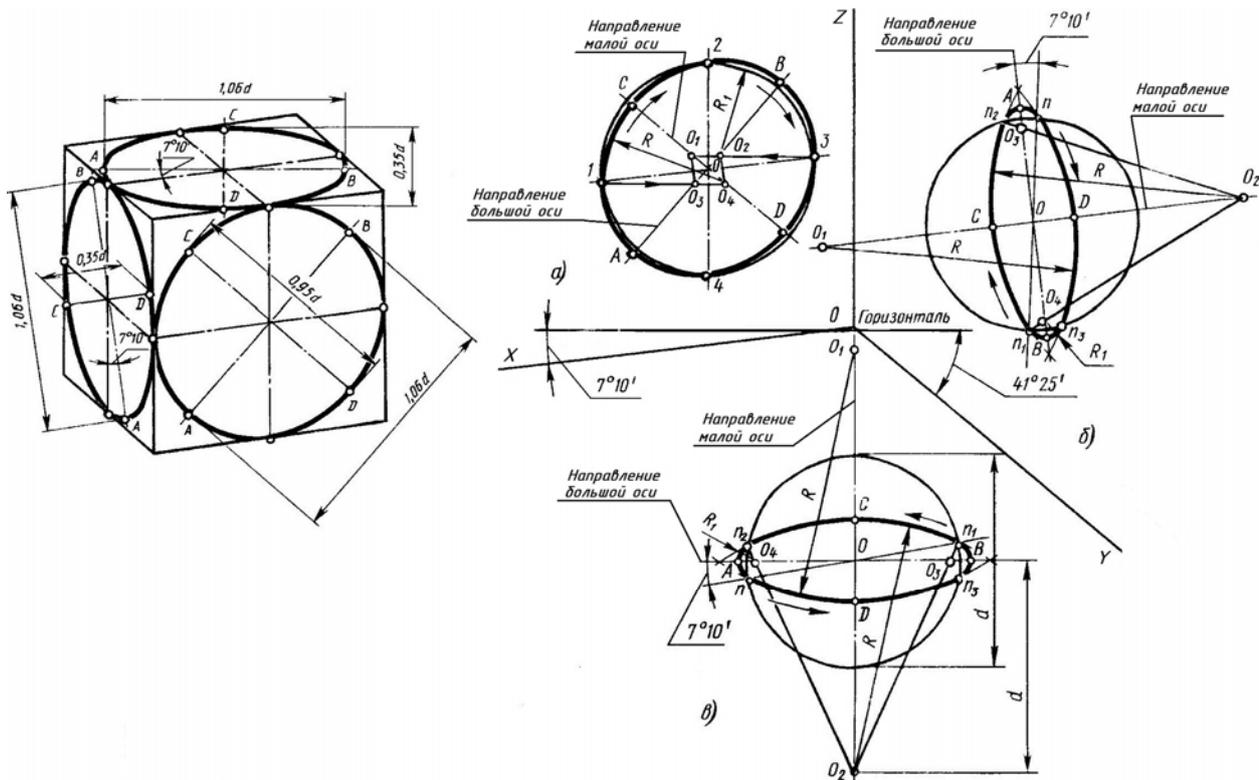


Рис. 51. Построение овала в прямоугольной диметрии

Построение овала, заменяющего эллипс, который является проекцией окружности, расположенной в плоскости Π_2 (XOZ).

Через точку O_1 (центр овала) проведены прямые, параллельные осям прямоугольной диметрии и большая ось овала, перпендикулярная оси Y . Из центра O_1 проводим окружность, диаметр которой равен диаметру заданной окружности. При пересечении её с прямыми, параллельными осям X и Z , отмечаем точки 1, 2, 3 и 4. Из точек 1 и 3 проведены горизонтальные линии до пересечения с направлением большой оси овала (точки O_2 и O_3) и направлением малой оси овала (точки O_1 и O_4). Точки O_1 и O_4 приняты за центры дуг 12 и 34 радиуса $R=O_41=O_14$, а точки O_2 и O_3 – за центры дуг 23 и 14 радиуса $R_2=O_22=O_31$.

Построение овала, заменяющего эллипс, который является проекцией окружности, расположенной в плоскости Π_1 (XOY).

Через точку O (центр овала) проведена прямая, параллельная оси X , в направлении большой оси овала перпендикулярно оси Z . Из центра O проводим окружность, диаметр которой равен диаметру заданной окружности. При пересечении её с прямой, параллельной оси X , отмечаем точки n и n_1 . На оси Z вверх и вниз из центра O отложены равные диаметру окружности отрезки, найдены точки O_1 и O_2 . Из точек O_1 и O_2 радиусами $R=O_1n=O_2n_1$ проводим дуги nn_4 и n_1n_3 до пересечения с окружностью диаметра d . Соединяя прямыми точки O_1 и O_2 с точками n и n_1 на пересечении с большой осью овала, получим точки O_3 и O_4 , которые являются центрами замыкающих дуг эллипса.

Аксонометрия объемных тел

Построение аксонометрии многогранников

Для того чтобы построить аксонOMETрическое изображение многоугольника, достаточно построить аксонOMETрические проекции всех его вершин и ребер (рис. 52). Проекции вершин могут быть изображены по их координатам. Для получения проекций ребер изображения соответствующих вершин соединяются прямыми линиями.

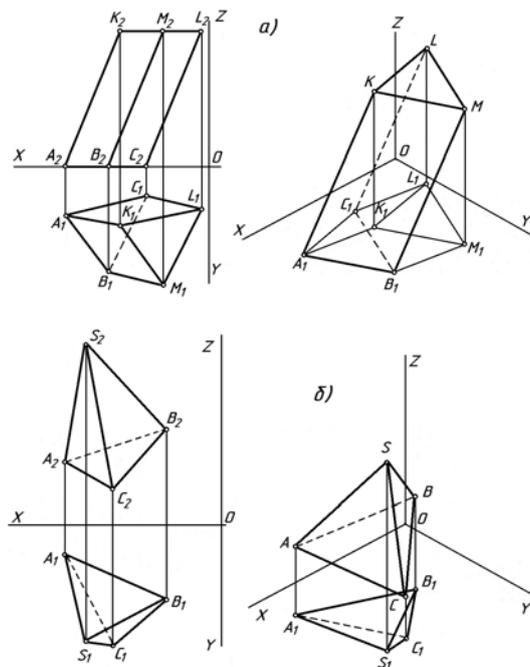


Рис. 52. Аксонометрия наклонной призмы и наклонной пирамиды

Построение аксонометрии цилиндра

Рассмотрим построение наклонного эллиптического цилиндра, заданного ортогональными проекциями (рис. 53). Сечение цилиндра плоскостями, параллельными плоскости Π_1 , представляют собой окружности. Нижнее основание цилиндра расположено в плоскости Π_1 . Строим аксонометрии нижнего основания цилиндра (построение окружности, лежащей в плоскости Π_1). Далее строим аксонометрию верхнего основания цилиндра, для чего сначала находим центр эллипса C_1 , который строится по трем его координатам, а затем строим и сам эллипс, точно такой же, как и проекция нижнего основания. Строим очерковые образующие цилиндра, касательно к 2 эллипсам.

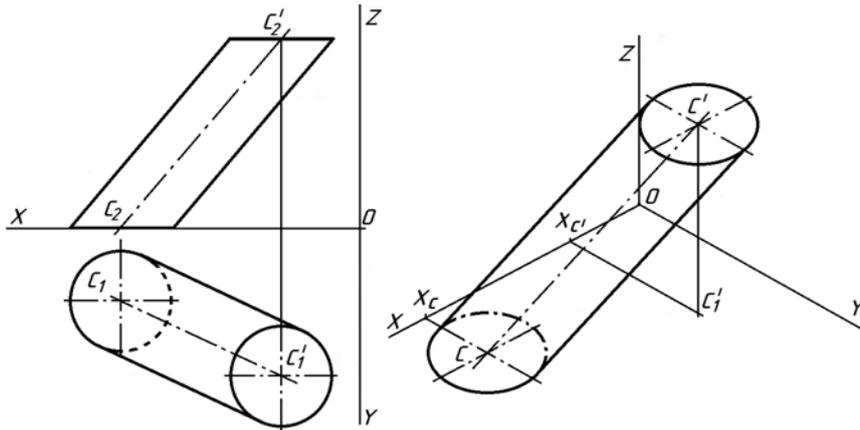


Рис. 53. Аксинометрия цилиндра

Аксинометрия конуса и шара

В качестве примера рассмотрим построение изометрии прямого кругового конуса, заданного ортогональными проекциями (рис. 54). Ось конуса перпендикулярна плоскости Π_2 , вершина конуса расположена в плоскости Π_2 .

Строим аксонометрию вершины S конуса и аксонометрию C – центра его основания. Аксинометрия вершины строится по двум ее аксонометрическим координатам, а проекция центра основания – по трем координатам. Далее строим аксонометрию основания конуса – эллипс. Через точку S проводим касательные к эллипсу. В случае наклонного эллиптического конуса построение его аксонометрии сводится к тем же операциям, что и для прямого кругового конуса.

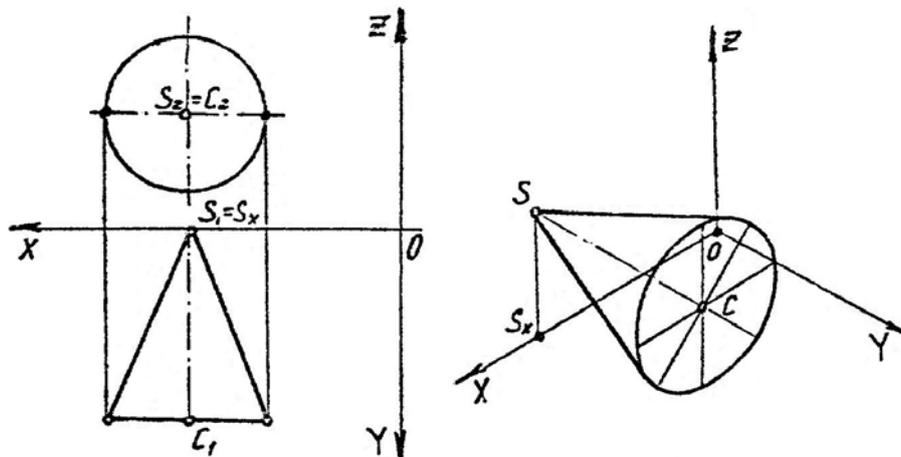


Рис. 54. Аксинометрия конуса

Очерком шара в прямоугольной аксонометрии всегда будет окружность. Радиус этой окружности в изометрии будет равен $1,22d$, то есть величине большей оси эллипса – проекции экватора или одного из меридианов, параллельных плоскости координат.

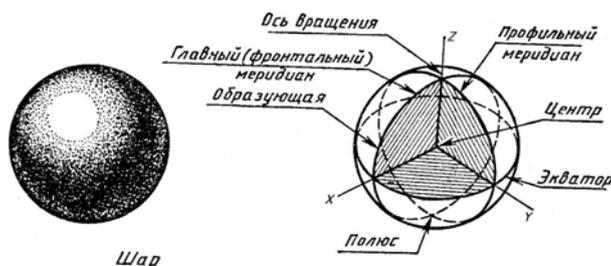


Рис. 55. Аксонометрия шара

Строим аксонометрию C – центра сферы, а затем – аксонометрию его экватора так же, как в предыдущих задачах строилась аксонометрия окружности, расположенной в плоскости, параллельной плоскости Π_1 . Большая ось эллипса будет равна диаметру очерка шара, а точками касания проекции экватора с очерком будут являться концы этой оси. Показано также два меридиана, параллельные координатным плоскостям Π_2 и Π_3 и полюсы 5 и 6.

Тема 11. Проекционное черчение. Виды, разрезы, сечения

В процессе конструирования при выполнении технических чертежей предметов – деталей, приборов и других устройств – трех основных плоскостей проекций нередко оказывается недостаточно.

Правила изображения предметов на чертежах всех отраслей промышленности и строительства изложены в стандартах ЕСКД.

Предметы на технических чертежах изображают по методу прямоугольного проецирования на взаимно перпендикулярные плоскости проекции. Такой метод проецирования называют так же методом первого угла (метод E). За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба. Изображением является любой чертеж, который может быть видом, разрезом или сечением, выполненный установленным способом проецирования, как правило, в опреде-

ленном масштабе, и служит для выявления формы и всех необходимых размеров предмета.

Главное изображение – изображение на фронтальной плоскости проекции принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней – главное изображение – давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Предметы следует изображать в функциональном положении или в положении, удобном для их изготовления.

Предметы, функциональное положение которых наклонное, дают изображение в вертикальном или горизонтальном положениях.

Длинные (высокие) предметы, функциональное положение которых вертикальное (мачты, колонны, столбы) можно изображать в горизонтальном положении, причем нижнюю часть предмета следует размещать справа.

Вид – изображение, обращенное к наблюдателю видимой частью предмета.

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями; при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета.

На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и то, что расположено за ней.

Плоскости мысленного рассечения предмета (мнимые плоскости) называют секущими плоскостями.

Секущую плоскость разреза выбирают так, чтобы можно было наиболее полно показать внутренние формы предмета.

Обозначение разрезов. На чертежах положение секущей плоскости обозначают разомкнутой линией со стрелками и прописными буквами русского алфавита. Стрелки указывают направление взгляда при проецировании. Над разрезом делают надпись по типу А-А.

Толщину штрихов разомкнутой линии обычно выполняют 1,2:1,5 S, где S – толщина линий видимого контура чертежа; длина штрихов 10 – 15 мм. Буквы ставят у начала и конца линии сечения.

Когда секущая плоскость разреза (горизонтального, фронтального или профильного) совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены на одном и том же листе непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо изображениями, то положение секущей плоскости не обозначают и разрез не надписывают. Разрез, выполненный для симметричных деталей без обозначения секущей плоскости, мысленно относят к соответствующей плоскости симметрии.

Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости. Если секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы.

Обозначение сечения. На чертежах сечение обозначается так же, как и разрезы: секущая плоскость – разомкнутые линии со стрелками и буквами, построенное сечение – надписью над ним *A-A*. Координатные оси, с помощью которых строят сечение, на чертежах не обозначают.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное и однозначное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначениях, знаков, надписей. Изображения в технических чертежах можно упростить в соответствии с установленными в стандартах правилами.

Виды. Для видов, получаемых на основных плоскостях проекций, установлены следующие названия: 1 – вид спереди (главный вид); 2 – вид сверху; 3 – вид слева; 4 – вид справа; 5 – вид снизу; 6 – вид сзади. Названия видов на чертежах не подписывают, если их расположение относительно главного вида (изображения соответствует общепринятому).

Если виды сверху, слева, справа, снизу, сзади смещены относительно главного изображения (вида или разреза, изображенного на фронтальной плоскости проекции), то направление взгляда указывают стрелкой, обозначаемой прописной (заглавной) буквой, а соответствующие виды отмечают на чертеже надписью по типу «Вид А». Чертеж оформляют так, если перечисленные виды отделены от главного изображения другими изображениями или расположены не на одном листе с ними.

Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части штриховыми линиями.

Дополнительный вид. Если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды, получаемые на плоскостях, не параллельных основным плоскостям проекций. Дополнительный вид отмечают на чертеже надписью типа «Вид А», а у связанного с дополнительным видом изображения предмета ставят стрелку, указывающую направление взгляда, с соответствующими буквенными обозначениями.

Местный вид. Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называют местным видом. Он может быть ограничен линией обрыва по возможности в наименьшем размере, или не ограничен. Местный вид отмечают на чертеже подобно дополнительному виду.

Развернутый вид. Развернутые виды применяют для изображения:

1) искривленных предметов, которые разворачиваются в одну плоскость без искажения;

2) гнутых предметов, которые разворачиваются в одну плоскость. При таком изображении контуры выполняют сплошную линию, а места изгиба обозначают тонкой штрихпунктирной линией с двумя точками. Над изображением развертки помещают надпись «Развертка».

Разрезы

Разрезы разделяют в зависимости от положения секущей плоскости на горизонтальные, вертикальные и наклонные, от числа секущих плоскостей – на

простые (при одной секущей плоскости) и сложные (при нескольких секущих плоскостях), а также на местные (или частичные) и развернутые.

Простые разрезы в зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекции разделяют на:

- горизонтальные – секущая плоскость параллельно горизонтальной плоскости проекции;

- вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;

- наклонная – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого, или секущая плоскость которого не параллельно ни одной из основных плоскостей проекций.

Вертикальный разрез называют фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекции; профильным – если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекции. Фронтальным и профильным разрезам, как правило, придают положение, соответствующее принятому для данного предмета на главном изображении.

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов.

Вертикальный разрез (когда секущая плоскость не параллельна фронтальной или профильной плоскостям проекций), а также наклонный разрез должны строиться и располагаться в соответствии с направлением, указанным стрелками на линии сечения. Их допускается располагать в любом месте чертежа.

Разрезы называют продольными, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета, и поперечными, если секущие плоскости перпендикулярны длине или высоте предмета.

Если плоскость разреза направлена вдоль оси или длинной стороны таких элементов, как тонкие стенки типа ребер жесткости, спицы маховиков и т.п., то их показывают не заштрихованными.

Сложные разрезы. В зависимости от положения секущих плоскостей различают ступенчатые и ломаные разрезы. Ступенчатыми называют разрезы, ко-

гда секущие плоскости параллельны. Ломаными – разрезы, когда секущие плоскости пересекаются. При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость.

Половинчатые разрезы. Если изображение (проекция предмета) является симметричной фигурой, то вместо полного разреза чертят сочетание половины вида с половиной разреза, границей между которыми является ось симметрии фигуры.

Местный разрез служит для выявления формы предметов лишь в отдельном ограниченном месте. Его отделяют от вида сплошной волнистой линией.

Сечения

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на вынесенные и наложенные. Вынесенные сечения являются предпочтительными, и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида.

Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают основными сплошными линиями, а контур наложенного сечения – сплошными тонкими.

Для несимметричных сечений линии сечения обозначают разомкнутой линией с указанием стрелками направления взгляда. При этом для вынесенного сечения ее обозначают одинаковыми прописными буквами русского алфавита, а изображения сечения подписывают.

Для таких сечений, наложенных или расположенных в разрыве, линией сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают. У симметричных сечений, наложенных или вынесенных, ось симметрии указывают тонкой штрихпунктирной линией (без обозначения буквами и стрелками, и линию сечения не проводят).

Сечения по построению и расположению должны соответствовать направлению, указанному стрелками. Допускается располагать сечение на любом поле чертежа. Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальное поперечное сечение.

Сечение строят вращением нормального поперечного сечения до положения, параллельного какой-либо плоскости проекции. Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линию сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение.

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью.

Допускается в качестве секущей применять цилиндрическую поверхность, развертываемую затем в плоскость. В этом случае рядом с обозначением сечения пишут: «Развернуто».

Тема 12. Техническое черчение

Штриховка на чертежах выполняется параллельными прямыми под углом 45° к осевой линии или к линии рамки чертежа (рис. 56). Если линии штриховки совпадают по направлению с линиями контура или осевыми, то линии штриховки проводят под углами 30° или 60° . Расстояние между линиями штриховки выбирают в пределах от 1 до 10 мм с учетом площади штриховки и необходимости разнообразия штриховки смежных площадей. Линии штриховки могут иметь наклон вправо и влево, но в одну сторону на всех разрезах и сечениях, относящихся к одной детали на данном чертеже. Для смежных деталей применяют встречную штриховку. Узкие и длинные площади сечений шириной 2-4 мм рекомендуется штриховать только на концах и у контуров отверстий, а остальную часть сечения заштриховывать небольшими участками в нескольких местах.

При соприкосновении трех деталей следует изменять расстояние между линиями в штриховке или сдвигать линии штриховки в одном сечении относительно другого. Узкие площади сечений шириной менее 2 мм допускается показывать затененными карандашом (заливкой тушью) с просветом не менее 0,8 мм между смежными сечениями. При изображении профиля грунта и больших площадей сечений допускается наносить обозначения узкой полосой у

контура сечения. Допускается затенение площадей сечений строительных конструкций без графического обозначения материалов. Такое обозначение следует сопровождать поясняющей надписью на поле чертежа.

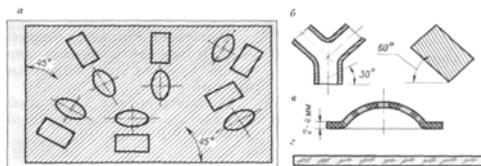


Рис. 56. Штриховка на чертежах

Основные надписи

Основные надписи (специальный штамп) располагают в правом нижнем углу формата в соответствии с ГОСТ 2.104-68. На листах формата А4 основная надпись располагается только вдоль короткой стороны листа, на других форматах – как вдоль короткой, так и вдоль длинной стороны.

Все графические конструкторские документы имеют основную надпись. В графах основной надписи указывают:

- 1) – наименование изделия, а также наименование документа, если ему присвоен шифр;
- 2) – обозначение документа по ГОСТ 2.201-80. Здесь указывают код организации-разработчика (не более 4-х знаков), код классификационной характеристики (6 знаков), порядковый регистрационный номер (3 знака);
- 3) – обозначение материала детали (только для деталей);
- 4) – литеру, присвоенную данному документу по ГОСТ 2.103-68, например: У – учебная, С – серийная, М – массовая;
- 5) – массу изделия по ГОСТ 2.109-73;
- 6) – масштаб;
- 7) – порядковый номер листа. Если документ состоит из одного листа, графу не заполняют;
- 8) – общее количество листов документа. Эту графу заполняют только на первом листе;
- 9) – наименование или индекс предприятия-разработчика;

10) – характер работы лица, подписывающего документ, например: «Рассчитал: Начальник отдела, Начальник лаборатории»;

11) – фамилии лиц, подписавших документ;

12) – подписи лиц;

13) – дата подписания документа;

14–18) – изменения в соответствии с ГОСТ 2.503-90;

19) – инвентарный номер подлинника по ГОСТ 2.501-88;

20) – подпись лица, принявшего подлинник в бюро технической документации, и дату;

21) – инвентарный номер подлинника;

22) – инвентарный номер дубликата по ГОСТ 2.502-68;

23) – подпись лица, принявшего дубликат, и дату;

24) – обозначение документа, взамен или на основании которого выпущен данный документ;

25) – обозначение документа, в котором впервые записан данный документ.

Заглавный лист спецификации и текстового документа

26) – обозначение документа, повернутое на 180° ;

27–30) — данные, заполняемые заказчиком;

31) – подпись лица, копировавшего чертеж;

32) – обозначение формата листа;

33) – обозначение зоны, в которой находятся изменения.

Для графы 2 установлена следующая структура обозначения основного конструкторского документа:

– заглавный лист спецификации и заглавный лист текстового документа;

– для текстовых документов столбцы «Формат», «Зона», «Поз.», «Обозначение», «Наименование», «Кол.», «Примечание» и горизонтальные линии на основном поле формата не выполняются;

– форма основной надписи для последующих листов спецификации и текстового документа. Для спецификации выполняется горизонтальное членение и вышеперечисленные столбцы.

Шрифты

ГОСТ 2.304-81 устанавливает 9 размеров чертежных шрифтов по высоте: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40 (мм). При выполнении графических документов в карандаше минимальной высотой шрифта является 3,5 мм. Стандартом определены следующие типы шрифтов:

- тип А без наклона;
- тип А с наклоном 75° ;
- тип Б без наклона;
- тип Б с наклоном 75° .

Размер шрифта h – это высота прописных букв в мм. Высота строчных букв c определяется из соотношения их высоты и размера шрифта. Ширина букв g тоже зависит от размера шрифта. Толщина линий шрифта d определяется в зависимости от типа и высоты шрифта. Шрифты типов А и Б различаются толщиной линий: А ($d = h/14$), Б ($d = h/10$) и шириной букв и цифр. Шрифт размером 1,8 допускается только для шрифта Б.

При выполнении строительных и архитектурных проектов для чертежей можно выбирать хорошо читаемые шрифты, отвечающие эстетическим требованиям. Все элементы букв заканчиваются засечками. Углы в засечках смягчаются дугами. Чертежный шрифт включает изображения не только букв, но и знаков по ГОСТ 2.304-81.

При изготовлении изделий во всех отраслях промышленности и строительства применяют различные прокатные профили. Эти профили изготавливают из сталей и сплавов алюминия (рис. 57).

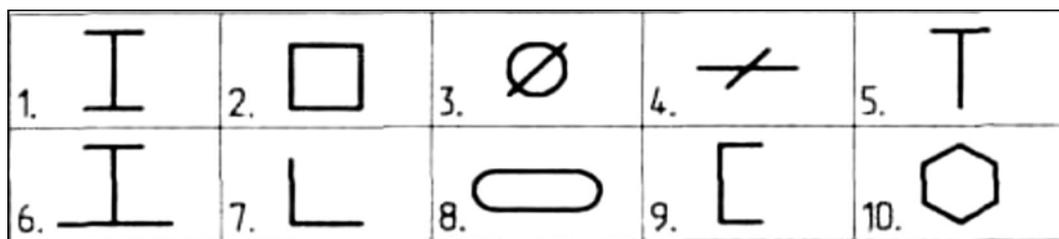


Рис. 57. Условные обозначения прокатных профилей:

1 – двутавр; 2 – квадрат; 3 – круг, труба круглого сечения; 4 – полоса, лента; 5 – тавр;
6 – рельс; 7 – уголок равнополочный; 8 – овальный профиль; 9 – швеллер равнополочный;
10 – шестигранный профиль

Надписи на чертежах

Надписи на чертежах, относящиеся к изображению, наносят, если невозможно показать графически или условными обозначениями какие-либо указания. Надписи должны содержать не более двух строк, располагаемых над полкой линии-выноски и под ней (рис. 58). Линию-выноску, которая пересекает контур и не отводится от любой линии, заканчивают точкой. Надписи над и под полкой линии-выноски делают с просветом в 0,8...1 мм. Если линия-выноска проводится от линии видимого или невидимого контура (основные или штриховые линии), то она заканчивается стрелкой. Линию-выноску от других линий делают без стрелки и точки. Линию-выноску можно выполнять с одним изломом, а также проводить от одной полки несколько линий-выносок. Линии-выноски не должны пересекаться между собой и, по возможности, не пересекать линии чертежа и не быть параллельными линиям штриховки.

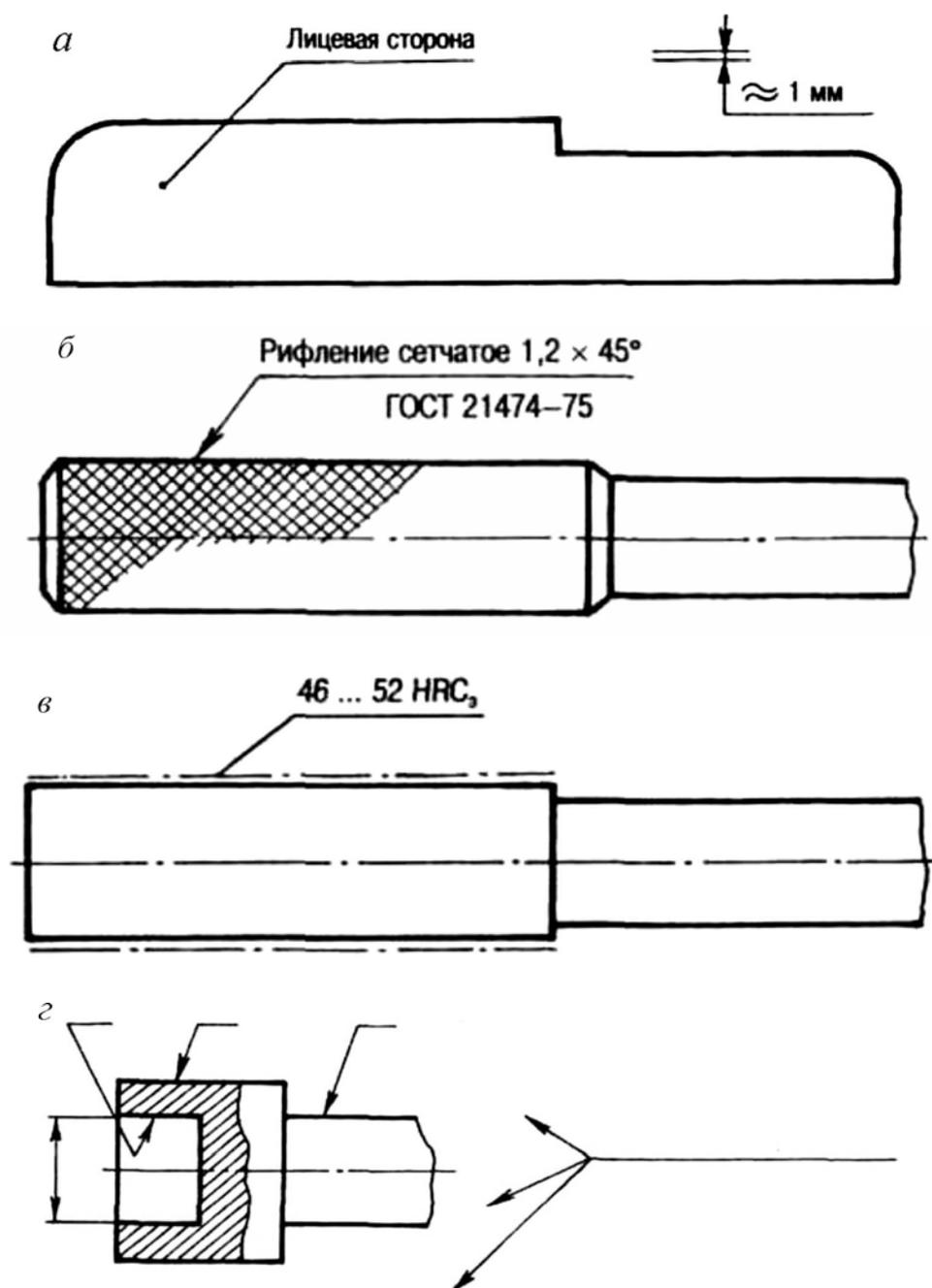


Рис. 58. Надписи на чертежах

Размеры на чертежах

Правила нанесения размеров на чертежах и других технических документах установлены стандартами ГОСТ 2.307-68 для всех отраслей промышленности и ГОСТ 21.501-93 – для строительства.

1. Размерное число всегда указывает действительный размер детали, сооружения или их частей, независимо от масштаба чертежа.

2. Размерные числа на чертеже являются основанием для определения величины изображаемого изделия и его элементов.

3. На чертеже должно быть минимальное число размеров, но достаточное – для изготовления и контроля изделия.

4. На изображениях могут быть проставлены справочные размеры, которые отмечают значком «*», а в технических требованиях записывают «*Размеры для справок».

5. Повторение размеров одного и того же элемента на разных изображениях не допускается. В строительных чертежах размеры могут повторяться, если это вызвано необходимостью.

6. Нанесение размеров в виде замкнутой цепи не допускается. Исключением являются случаи, когда один из размеров цепи указан как справочный, а также строительные чертежи, где допускается нанесение размеров в виде замкнутой цепи.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Размеры проставляют в миллиметрах без указания единицы измерения. При необходимости указать размеры в других единицах измерения (сантиметрах, метрах и т.д.) размерные числа проставляют с обозначением единицы измерения (см, м) или указывают их в технических требованиях.

Размерные и выносные линии проводят сплошными тонкими линиями (рис. 59). Размерные линии ограничивают стрелками. Размеры стрелок зависят от толщины сплошной основной линии чертежа, длина стрелки должна быть не менее 2,5 мм. Выносные линии проводят за стрелку на 1–5 мм на одинаковую величину с обеих сторон размерной линии.

При нанесении размера дуги окружности размерную линию проводят концентрично дуге, а выносные линии – радиально. Над размерным числом длины дуги наносят знак в виде дуги. Аналогично наносят размеры углов. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Размерные линии не следует пересекать линиями чертежа. Допускается, чтобы выносные линии с размерными образовывали параллелограмм. Размерные линии можно проводить непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым и другим. Размерные числа наносят над размерной линией (примерно на 0,8-1 мм

выше нее) приблизительно посередине. При нескольких параллельных размерных линиях размерные числа проставляют в шахматном порядке. Если размер наносится на заштрихованной поверхности, то в месте числа штриховку прерывают, а размерную линию проводят по штриховке. Следует избегать пересечения размерных и выносных линий.

Первыми от контура располагают размерные линии с меньшими числовыми значениями. При недостатке места для стрелок на цепочных размерных линиях их можно заменять штрихами-засечками или точками. На наклонных размерных линиях размерные числа при любом угле наклона линии размещаются над ней. В случае недостатка места для размерного числа его помещают на полках линий-выносок.

Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единиц измерения, например: 12° ; $4^{\circ} 15'$; $30^{\circ} 28'40''$.

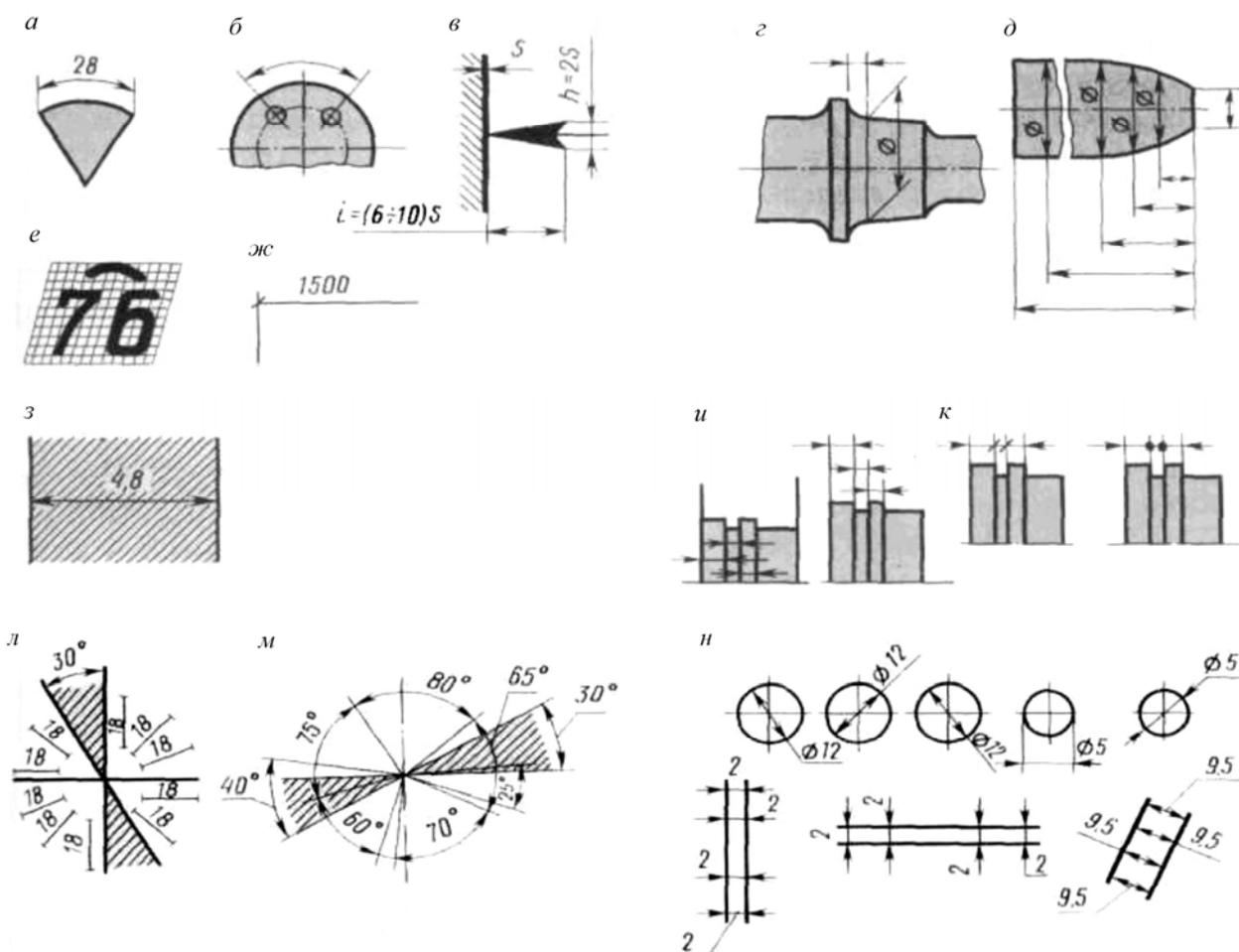


Рис. 59. Размерные и выносные линии на чертежах

Центры дуг скруглений проводят от точки пересечения сторон скругляемого угла. Перед размерным числом радиуса помещают прописную букву *R*, перед размером диаметра – знак диаметра. На симметричных проекциях, совмещениях вида с разрезом и обрывах контура изображения размерные линии проводят за ось симметрии или обрыва. На строительных чертежах размеры допускается указывать до оси симметрии, размерные линии ограничивают за секциями. Размеры между симметричными элементами (осями колонн, оконных проемов и пр.) указывают только в начале и конце или указывают расстояние между крайними элементами. Если деталь изображена в одной проекции, то ее длину указывают на полке линии-выноски, обозначив длину строчной буквой *l*, прописная буква *S* с последующим числом указывает толщину листового материала.

Тема 13. Технические рисунки. Выносные элементы

Технические рисунки

Технический рисунок – это наглядное изображение, выполненное по правилам построения аксонометрических проекций (от руки или при помощи чертежных инструментов) с использованием светотени.

Выполнение наглядных изображений, особенно от руки, без предварительного построения аксонометрических проекций развивает глазомер, пространственное представление о формах предмета, умение анализировать эти формы и наглядно их изображать.

Выполнение технических рисунков, как правило, производят при съемке эскизов с натуры (рисунок выполняют от руки) и детализировании чертежа общего вида (рисунок выполняют при помощи чертежных инструментов).

В качестве основы технического рисунка (в большинстве случаев) применяют прямоугольные изометрические и диметрические проекции, которые наряду с наглядностью достаточно просты по своему выполнению. Для выполнения аксонометрических изображений предметов с учетом светотени рассмотрим основные правила построений с использованием света и тени. Светотень,

являющаяся дополнительным средством передачи объема предмета, применяют для придания аксонометрическому изображению больше выразительности.

Светотень – это распределение света на поверхности предмета. В зависимости от предмета лучи света, падая на него, распределяются по его поверхности не равномерно, благодаря чему светотень и создает выразительность изображения: рельефность и объемность. Можно отметить следующие элементы светотени: свет, полутень, тень (собственную и падающую). На затененной части имеется рефлекс на освещенной блик.

Свет – освещенная часть предмета. Освещенность зависит от угла, под которым падают на поверхность лучи. Наиболее освещена поверхность, расположенная перпендикулярно к направлению лучей света.

Полутень – умеренно освещенная часть поверхности. Переход от света к полутени на гранных поверхностях может быть резким, а на кривых – всегда постепенный.

Тень собственная – часть поверхности предмета, куда не достигают лучи света. Тень падающая – когда предмет отбрасывает тень на находящуюся за ним поверхность.

Рефлекс – высветление собственной тени за счет освещения теневой стороны предмета отраженными лучами.

На техническом рисунке светотень изображают упрощенно. Иногда на техническом рисунке показывают только собственную тень. При выполнении технических рисунков принято пользоваться солнечным освещением, когда лучи параллельны друг другу, а направление их *сверху слева направо*.

Светотень можно передавать карандашом, пером, тушью или отмывкой. В техническом рисовании обычно пользуются карандашом, выполняя штриховку, тушевку или шраффировку.

Штриховка – покрытие частей рисунка штрихами (не пользуясь чертежным инструментом). Желаемого тона добиваются частотой и толщиной штрихов. Направление штрихов должно быть согласовано с формой изображаемого предмета.

Тушевка – разновидность штриховки (штрихи накладываются очень близко друг к другу так, что сливаются; иногда штрихи растирают пальцем или растушевкой).

Шраффировка – особый вид штриховки, выполненной с помощью чертежных инструментов.

Выносные элементы

Выносной элемент – это дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных.

Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, или отличаться от него по содержанию (например: изображение может быть видом, а выносной элемент – разрезом).

При применении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутые сплошной тонкой линией – окружностью, овалом и т.п. с обозначением римской цифрой порядкового номера выносного элемента на полке линии-выноски. У выносного элемента указывают цифру и масштаб.

Выносной элемент располагают возможно ближе к соответствующему месту на изображении предмета.

Условности и упрощения

В целях уменьшения трудоемкости разработки чертежей на их оформление стандартами допускаются некоторые условности и упрощения. Отметим наиболее существенные для выполнения и чтения чертежей.

Если вид, разрез или сечение представляют симметричную фигуру, допускается вычерчивать половину изображения или немного более половины изображения с проведением в последнем случае волнистой линии.

Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета показывают один-два таких элемента, остальные – упрощенно или условно.

На видах и разрезах допускается упрощенно изображать проекции линий пересечений поверхностей, если не требуется точного их построения (например: вместо лекальных кривых проводят дуги окружности и прямые линии).

Плавный переход от одной поверхности к другой показывают условно тонкой линией (например: от конических поверхностей к цилиндру) или совсем не показывают.

Такие детали, как винты, заклепки, шпонки, не пустотелые валы и шпиндели, шатуны, рукоятки и т.п. при продольном разрезе показывают не рассеченными. Шарики всегда показывают не рассеченными. Как правило, показывают не рассеченными на сборочных чертежах гайки и шайбы.

Пластины, а также элементы деталей (отверстия, фаски, пазы, углубления и т.п.) размером (или разницей в размерах) на чертеже 2 мм и менее изображают с отступлением от масштабов, принятого для всего изображения, в сторону увеличения.

При необходимости выделения на чертеже плоских поверхностей предмета на них проводят диагонали сплошными тонкими линиями. Длинные предметы (или элементы), имеющие постоянные или закономерно изменяющееся сечение (валы, цепи, прутки, фасонный прокат и т.п.), допускается изображать с разрывом.

На чертежах предметов со сплошной сеткой, плетенкой, орнаментом, рельефом, рефлексиями и т.д. допускается изображать эти элементы частично с возможным упрощением.

Для упрощения чертежей или сокращения количества изображений допускается:

а) часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью, изображать штрихпунктирной утолщенной линией непосредственно на разрезе;

б) для показа отверстия в ступицах зубчатых колес, шкивов и т.п., а также для шпоночных пазов вместо полного изображения деталей давать лишь контур отверстия или паза;

в) изображать в разрезе отверстия, расположенные на круглом фланце, когда они не попадают в секущую плоскость.

Тема 14. Архитектурно-строительное черчение

Дизайнерские решения оформления внутренних пространств предметной среды зависят от типов объемно-пространственных систем зданий и их конструктивного решения. При возведении зданий и сооружений используют строительные чертежи. Мысленное представление конструктивной основы здания воспроизводится в графических документах. При проектировании размеры объемно-планировочных и конструктивных элементов здания, а также расположение разбивочных осей должны соответствовать требованиям единой модульной системы. Эта система предусматривает взаимную увязку размеров конструктивных элементов зданий и сооружений и размеров строительных изделий и оборудования на базе модуля.

Графические и текстовые документы дизайнерского проекта выполняются по правилам прямоугольного проецирования с соблюдением ряда условностей. При изготовлении чертежей необходимо знать и применять нормы инженерно-технического и строительного черчения в соответствии с Государственными стандартами. Нужно также знать и применять все условности, применяемые в строительных чертежах. Поэтому для дизайнера интерьеров весьма значимы навыки чтения и выполнения строительных чертежей, обеспечивающих высокий уровень профессиональной компетенции.

При строительстве зданий и сооружений используют строительные чертежи. На первом этапе составляют проектное задание. В дальнейшем составляют технико-экономическое обоснование строительства объекта, задание на проектирование и разрабатывают проектную документацию. Каждый из этапов проектирования выполняется в соответствии с нормативными документами.

В общих сведениях описаны основные инструменты и материалы, используемые в графических работах. В разделе общих сведений приведены виды конструкторских документов и их роль и место в Единой системе конст-

рукторской документации (ЕСКД). Приводятся сведения о форматах графических листов и системе образования форматов. Даны стандартные масштабы выполнения чертежей, особо следует подчеркнуть, что не предусмотренные стандартом масштабы не используются. Показана структура и примеры применения линий на графических документах. Описана структура и порядок выполнения основных надписей на чертежных документах (угловые штампы), места и порядок заполнения основных надписей. Значительное внимание уделено стандартным чертежным шрифтам, их видам, размерам и выполнению. Показаны примеры нанесения поясняющих надписей на графических документах. Особое внимание уделено простановке размеров на чертежах как основному условию воплощения дизайнерского замысла в реальных объектах.

Умение правильно выполнять и читать чертежи вырабатывается в результате овладения навыками черчения. Эти знания, умения и навыки необходимы при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин, а также в практической дизайнерской деятельности.

В 1968 г. утверждены стандарты «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД) – единые правила выполнения конструкторских документов в машиностроении и приборостроении. В строительстве и архитектуре выработаны правила оформления проектной документации, которые нашли свое отражение в государственных стандартах «Системы проектной документации для строительства» (СПДС), дополняющих ЕСКД.

Типы зданий

Наземное строение, состоящее из помещений, предназначенное для жилья, культурно-бытовых, производственных или других целей, называются зданиями. Наземные строения, в которых нет помещений для пребывания людей, называются инженерными сооружениями (маяки, плотины, шлюзы, башни, мачты, набережные и т.п.).

Здание по назначению можно разделить на три группы: 1) гражданские; 2) промышленные; 3) сельскохозяйственные. Гражданские здания предназначены для обслуживания бытовых и общественных потребностей человека. Они

разделяются на жилые (жилые дома, общежития и т.п.) и общественные (клубы, театры, школы, больницы, магазины и т.п.). Промышленное здание предназначено для обслуживания нужд промышленности и транспорта (здания фабрик, заводов, электростанций, котельных, депо, гаражей и т.п.). Сельскохозяйственные здания предназначены для обслуживания потребностей сельского хозяйства (для содержания скота и птицы, склады сельскохозяйственной продукции, ядохимикатов и удобрений, здания для хранения сельскохозяйственных машин и т.п.).

Кроме того, здания делятся на высотные, повышенной этажности (более девяти этажей), многоэтажные (высотой более трех этажей) и малоэтажные (высотой до трех этажей включительно). Этажность зданий определяется по числу надземных этажей.

Этажом называется помещение, которое размещается в зданиях на одном уровне. Различают следующие виды этажей:

– надземные – полэтажа расположено не ниже уровня тротуара (отмостки); цокольные – полэтажа расположено ниже уровня тротуара не более чем на половину высоты помещения;

– подвальные – полэтажа заглублено ниже уровня тротуара более чем на половину высоты помещения;

– мансардные – этаж, расположенный в пространстве чердака;

– технические – этаж устраивается в зданиях повышенной этажности, высотных или специального назначения (лабораторные корпуса и т.п.) и служит для размещения инженерного оборудования: отопительные устройства, вентиляционные камеры, насосные и т.п.

В зависимости от материала наружных стен – каменные и деревянные.

Строительству любого здания или сооружения предшествует работа по созданию технической документации (проекта и сметы). В состав проекта входят пояснительная записка, все необходимые для строительства чертежи, а также сметы.

Заказчик проекта заключает договор с проектной организацией (проектным институтом) на составление той или иной проектной документации. Заказчик же выдает проектной организации задание на проектирование и представляет все необходимые исходные данные.

Задание на проектирование заказчик составляет вместе с проектными организациями, которые должны участвовать в разработке проекта. В «Задании на проектирование» указывают наименование здания или сооружения, основание для проектирования, район, пункт и площадку строительства, основные источники обеспечения водой, теплом, газом, электроэнергией, применяемые материалы и конструкции, сроки строительства, стадийность проектирования и другие необходимые для проектирования данные.

Материалам каждой части проекта – основным комплектом на всех стадиях проектирования – присваивается постоянное условное обозначение, которое называется маркой. Марка состоит из заглавных начальных букв названия той или иной части проекта. Марка части проекта проставляется в соответствующей графе основной надписи.

Наименование частей проекта

Застройка участка, инженерные сети и благоустройства – ГП.

Архитектурно-строительное решение – АР.

Архитектурно-строительная часть – АС.

Конструкции железобетонные – КЖ.

Конструкции металлические – КМ.

Конструкции металлические (детализировочные чертежи) – КМД.

Конструкции деревянные – КД.

Внутренний водопровод и канализация – ВК.

Водопровод, канализация, газопровод – ВКГ.

Отопление и вентиляция – ОВ.

Электрооборудование – Э.

Устройства связи – УС.

Изделия железобетонные – ИЖ.

Изделия деревянные – ИД.

Изделия металлические – ИМ.

СНБ 1.03.02.96

А – архитектурное проектирование.

С – строительное проектирование.

АЭ – эскизное решение.

Краткие сведения об основных строительных материалах

При строительстве зданий и сооружений используют природные и искусственные материалы. Природные каменные материалы можно разделить на две основные группы: материалы, применяемые в своем первоначальном виде, и материалы, пригодные для строительства только после соответствующей обработки.

Бутовый камень – куски горной породы неправильной формы размером 150–500 мм массой 20 – 40 кг. Его получают при разработке известняков, доломитов, песчаников.

Булыжный камень – небольшие валуны или куски валунов больших размеров (для мощения улиц и откосов насыпей).

Гравий – рыхлое скопление окатанных обломков горных пород. Величина отдельных частиц 5 – 10 мм (служит крупным заполнителем цементных и асфальтовых бетонов).

Песок – горная порода, состоящая из зерен минералов и пород 0,14 – 5 мм. Различают пески кварцевые, полевошпатные и карбонатные (мелкий заполнитель для цементных растворов и бетонных смесей).

Плиты чесанные и пиленые изготавливают из гранитов, мраморов, известняков и вулканических туфов (ими облицовывают здания). Кровельные плитки – природный шифер изготавливают путем раскалывания и обрезков глинистого сланца (самый долговечный кровельный материал).

Щебень – небольшие обломки камней различных пород размером 5 – 150 мм (для приготовления бетонных смесей).

Керамические изделия изготавливают из природных глин формованием, сушкой и последующим обжигом.

К керамическим строительным изделиям относятся: кирпич глиняный обыкновенный, пористый и пустотелый, пустотные стеновые камни, черепица кровельная, облицовочные плитки, трубы, плитки для полов, дорожный кирпич и санитарно-техническая керамика.

Минеральные вяжущие вещества – это тонкоизмельченные порошки, образующие при смешивании с водой пластическую массу, которая затем, затвердевая, переходит в камневидное состояние (глина, известь, гипс и цементы различных марок). Если в качестве основного вяжущего вещества применяется известь, то можно получить силикатный, известково-шлаковый, известково-зоольный кирпич, термовкладыши, коробка теплопроводов, стеновые блоки и т.д.

Когда основным вяжущим компонентом является гипс, то из такого материала можно изготовить элементы внутренних частей здания: карнизы, потолочные розетки, плафоны, плиты и панели перегородок и т.д.

Бетон – искусственный камень, получаемый в результате твердения рационально подобранной смеси. Эта смесь состоит из вяжущего вещества (цемента, извести, глины), воды, мелкого заполнителя (песка) и крупного заполнителя (щебня или гравия). Такая смесь до затвердения называется искусственной смесью.

Строительные растворы – искусственный каменный материал, полученный из рационально подобранной смеси, вяжущего вещества, воды и мелкого заполнителя – песка (отличие от бетона – отсутствует крупный заполнитель). Различают растворы: кладочные, отделочные, специальные.

Железобетон – строительный материал, в котором используется совместная работа бетона и стальных стержней – арматуры (пригодна для изготовления колонн, плит перекрытия, балок, перемычек и др). Железобетон подразделяется на монолитный и сборный (монолитный – в опалубке, сборный – на заводах ЖБИ).

Фибролит магниальный – искусственный камень, состоящий из древесной стружки, связанный магниальным вяжущим веществом (теплоизоляционный, конструктивный и фибролитовая фанера).

Ксилолит – затвердевшая смесь древесных опилок и магниального вяжущего вещества, затворенного раствором хлористого магния (могут быть добавки из асбеста, кварцевого песка, трепела и красителей).

Асбестоцементные изделия – искусственный каменный материал из смеси воды, цемента и асбеста. Асбестоцементные изделия разделяются на кровельные, стеновые, трубы и короба, электроизоляционные доски и изделия для специального назначения (большая прочность, морозостойкость и водонепроницаемость).

Стекло листовое выпускается толщиной 2 – 6 мм. Различают стекло окрашенное, прозрачное, бесцветное и рассеивающее свет. Профильное строительное стекло представляет собой элементы швеллерного и коробчатого сечения. Оно используется для светопрозрачных ограждений и самонесущих стен в промышленном, сельскохозяйственном и гражданском строительстве.

Стеклоблоки применяются для заполнения световых проемов и устройств наружных и внутренних светопрозрачных ограждений в зданиях различного назначения. Кроме этого, из стекла изготавливают стеклопакеты, дверные полотна, витрины, ковровоузорчатые плитки, трубы, стеклобетонные конструкции и другие изделия.

Древесина широко применяется в строительстве. Значительная прочность при небольшой объемной массе позволяет выполнять из нее конструкции, выдерживающие большие нагрузки (стропила, стропильные формы, деревянные мосты и др.). Малая теплопроводимость дает возможность использовать ее как стеновой материал. Из древесины изготавливают также оконные блоки (переплеты), дверные полотна, плинтусы и т.п. Древесиной отделывают помещения.

В строительстве в основном применяют древесину хвойных пород. Лесоматериалы, используемые в строительстве, делятся на три основные группы: круглый лес, пиломатериалы и изделия из древесины.

Круглый лес – очищенные от коры и сучьев древесные стволы. Они имеют в верхнем отрубе не менее 140 мм при длине 4,5-6,5 м. Менее толстые бревна (в верхнем отрубе 80 – 130 мм) называются «подтоварник»: при толщине в верхнем отрубе 30 – 70 мм. К пиломатериалам относятся доски, брусья, пластины, четвертины и горбыль. В зависимости от чистоты кромок доски делят на необрезанные и обрезанные. Брусья, опиленные с двух сторон, называют двухкантными, а опиленные с четырех сторон –четырехкантными. К изделиям из древесины относят шпунтованные доски, плинтусы, наличники, поручни для лестничных перил, паркет, строительную фанеру и т.д. Строительная фанера представляет собой лист, склеенный из нескольких слоев шпона толщиной 2 – 15 мм.

Теплоизоляционные материалы предохраняют здание, тепловые агрегаты и теплопроводы (теплотрассы) от потери тепла. Они делятся на органические и неорганические. К первой группе относятся древесноволокнистые и древесностружечные, торфяные, пробковые плиты, фибралит и т.п. Ко вторым можно отнести минеральную и стеклянную вату и изделия из них, ячеистое стекло, пенопласт и т.п.

Металл применяют в строительстве чаще всего в виде конструктивного материала. Таким материалом является сталь (широко используется в виде прокатных изделий). Форму поперечного сечения прокатного изделия называют профилем. К сортовому прокату относят профили простой геометрической формы (квадрат, круг, шестигранник, прямоугольник и полоса) и фасонные профили (тавр, двутавры, швеллер, уголки, рельс и др.).

Чугун также применяют в строительстве, из него изготавливают различные приборы санитарно-технического оборудования, трубы, радиаторы и т.п.

В настоящее время сталь успешно заменяет алюминиевые сплавы. Листовые изделия из алюминиевых сплавов используют для отделки стеновых панелей и облицовки стен, устройства кровли и подвесных потолков и т.п. Прокатные профили из алюминиевых сплавов применяют для изготовления оконных и дверных переплетов.

Пластические массы – материал, в состав которого входят полимеры, органические вещества с высоким молекулярным весом. Эти вещества на определенной стадии переработки придают пластическим массам способность принимать требуемую форму и сохранять ее после снятия давления. Пластические массы благодаря своей малой плотности, достаточно высокой прочности, химической стойкости и другим свойствам получили большое распространение в строительстве.

Из пластмасс изготавливают стеновые панели (стеклопласт, пенополистерол и т.п.), облицовочные плитки (полистирольные) плитки для полов, пенолеум, различные гидроизоляционные пленки, а также трубы, фитинги и санитарно технические приборы.

Общие приемы графического оформления архитектурно-строительных чертежей

Масштабы. Планы, разрезы и фасады зданий выполняются в следующих масштабах:

- гражданские здания – М 1: 100; 1: 200; 1:400;
- промышленные здания – М 1: 200; 1:400.

Фрагменты планов, разрезов и фасадов гражданских зданий – М 1: 50; 1: 100.

Изделия и сборочные единицы гражданских зданий – М 1:5; 1: 10; 1: 20.

Линии чертежа. В строительных чертежах есть некоторые особенности в применении отдельных типов линий:

– на плане и разрезе здания видимые контуры обводят линиями разной толщины. Более толстой (основной линией чертежа) обводят контуры участков стен, попавшие в секущую плоскость; тонкой линией обводят контуры участков стен, не попавшие в плоскость сечения.

Размеры

Размеры на строительных чертежах наносят в виде замкнутой «цепочки» в миллиметрах без указаний единицы измерения (если размеры проставляются в других единицах, это должно быть оговорено в примечаниях к чертежу).

Размерные линии ограничивают засечками – короткими штрихами длиной 3 мм, наклоненными горизонтальной линией под углом 45 градусов слева вверх направо. Размерные линии должны выступать за крайние выносные линии на 1–3 мм. Размерное число располагается над размерной линией на расстоянии 1 мм от нее. Выносная линия может выступать за размерную на 1 – 5 мм. Расстояние от контура чертежа до первой размерной линии рекомендуется принимать не менее 15 мм (лучше 20 мм). Расстояние между параллельно расположенными линиями должно быть не менее 7 мм, а от размерной линии до кружка координатной оси – 4 мм. Диаметр кружка в зависимости от частоты осей и общей насыщенности чертежа принимается: для чертежей в масштабе 1: 400, 1:800 – 6 мм; для 1:200 – 7 мм; для 1: 100 и 1: 50 – 8 мм. При недостатке места для засечек на размерных линиях, расположенных цепочкой, засечки допускается заменять точками. При наличии в изображении ряда одинаковых элементов, расположенных на равных расстояниях друг от друга (например, осей колонн), размеры между такими элементами проставляют только в начале и конце ряда или указывают суммарный размер между крайними элементами в виде произведения количества повторений на повторяющийся размер.

Отметки. Условные отметки на планах, разрезах и фасках показывают расстояние по высоте от уровня чистого пола первого этажа до уровня поверхности различных элементов здания. Знак отметки – треугольник – помещают на выносных линиях (или линиях контура). Размеры h и h_1 рекомендуется принимать от 2 до 6 мм в зависимости от масштаба чертежа. На строительном чертеже отметки уровней указывают в метрах с тремя десятичными знаками. Условная нулевая отметка – 0,000. Высота размерных чисел на чертежах выполняется в масштабе 1:200 и мельче – 2,5 мм.

Тема 15. Планы зданий. Генплан

Единая модульная система в строительстве (ЕМС)

Индустриализация строительства позволяет превратить строительное производство в механизированный поточный процесс сборки и монтажа зданий

и сооружений из сборных деталей и конструкций. Сборными называют элементы, изготавливаемые на заводах и комбинатах и доставляемые к месту работ в готовом виде. Заводское изготовление деталей и конструкций требует постоянного сохранения их формы и размеров, а, следовательно, типизации и стандартизации применяемых сборных элементов.

Типизация – отбор наиболее качественных в техническом отношении и экономичных решений отдельных конструкций и деталей зданий, рекомендуемых для многократного использования в массовом строительстве.

Стандартизация – принятие в качестве образцов самых совершенных промышленных деталей. Форма, размеры и качество стандартных деталей, выпускаемых заводами, должно строго соответствовать форме, размеру и качеству образца.

Документы, содержащие описание стандартных деталей или конструкций, их размеры, качество, технические условия изготовления, правила приемки называют стандартами (ГОСТ, СТБ). Такое ограничение (принятие в качестве образцов самых совершенных деталей) облегчает изготовление и монтаж их и снижает стоимость строительства. Это достигается унификацией деталей и конструкций.

Унификация – приведение многообразных видов типовых деталей и конструкций к небольшому числу определенных типов, единообразных по форме и размерам. Унификация деталей должна обеспечивать их взаимозаменяемость и универсальность.

Взаимозаменяемость – это возможность замены данного изделия другим без изменения объемно-планировочных параметров здания.

Универсальность – это возможность применения одного и того же типа размера для зданий различных видов с различными конструктивными схемами.

Основой типизации и стандартизации в проектировании, производстве строительных изделий и строительстве служит единая модульная система (ЕМС). Эта система объединяет правила координации размеров объемно-

планировочных и конструктивных элементов зданий, сооружений и строительных изделий на базе модуля.

Объемно-планировочным элементом называется часть объема здания, характеризующегося высотой этажа, пролетом и шагом.

Планировочный элемент – горизонтальная проекция объемно-планировочного элемента. Высота этажа – размер от уровня пола данного этажа до уровня пола вышележащего этажа. Высота верхнего этажа определяется также, только толщина чердачного перекрытия считается равной толщине междуэтажного.

Расположение объемно-планировочных элементов зданий или сооружений в пространстве определяется с помощью трехмерной пространственной системы модульных плоскостей. Расстояние между этими плоскостями принимают кратными основному или производному модулю.

Координационные оси представляют собой линии пересечения модульных плоскостей. Эти оси проводят на плане по основным несущим конструкциям здания или сооружения. Такими конструкциями являются капитальные стены, колонны и т.п.

Расстояние между координационными осями в плане называется шагом. Шаг может быть продольным и поперечным. Расстояние между координационными осями в направлении, соответствующем пролету основной несущей конструкции перекрытия (прогон, ригель, балка) или покрытия (фермы), называется пролетом.

За основной модуль, принятый в системе строительства, приняты 100 мм. Он обозначается буквой М. Укрупненные модули – 2М; 3М; 6М; 12М; 15М ; 30М; 60М. Дробные модули – $1/2$ М ; $1/5$ М ; $1/10$ М ; $1/20$ М ; $1/50$; $1/100$ М.

Конструктивным элементом здания или сооружения называется отдельная относительно самостоятельная конструкция (панель перекрытия, железобетонная или деревянная балка) и т.д.

ЕМС предусматривает следующие виды размеров: номинальные, конструктивные и натурные.

Номинальный (модульный) размер – это проектное расстояние между модульными осями (а также условный размер конструктивного элемента с включением примыкающих частей швов или зазоров). Номинальные размеры всегда кратны модулю.

Конструктивный размер – это проектный размер конструктивного элемента или строительного изделия. Он меньше номинального размера на величину необходимых швов или зазоров между изделиями.

Натурный размер – это фактическое расстояние между координационными осями построенного здания и фактические размеры конструктивных элементов и изделий, получившиеся в процессе их изготовления (фактические размеры могут отличаться от конструктивных только в пределах установленных допусков).

Расположение конструктивных элементов здания по отношению к координационным осям называют привязкой.

Горизонтальные отметки и уровни отдельных этажей и членений здания по вертикали привязывают к модульным горизонтальным плоскостям, которые устанавливают кратными вертикальному планировочному модулю (этот модуль может отличаться от принятого планировочного модуля; так, для каркасного здания планировочный модуль обычно равен 60М, то есть 6000 мм, а вертикальный планировочный модуль обычно принимается равным 6М (600 мм)).

Высоту этажа принимают: в многоэтажных зданиях (кроме верхнего этажа) равным расстоянию между отметками чистого пола двух смежных этажей; в зданиях с чердаком – от отметки чистого пола до верха чердачного перекрытия; в зданиях без чердака – от отметки чистого пола до низа несущих конструкций (балок, ферм). Уровень чистого пола первого этажа принимают за условную отметку 0,000 (ниже нуля – знак “-”).

Планы зданий

Планом здания называется изображение, полученное в результате мысленного рассечения здания мнимой горизонтальной плоскостью, на высоте

20 – 30 см выше подоконной доски. Количество планов на чертеже зависит от количества этажей в здании.

Чертеж плана дает представление о конфигурации здания, расположении всех помещений этажа, их связи между собой, размерах и форме, о расположении лестничных клеток, оконных и дверных проемов и их размерах. В плане отражается также и конструкция здания, система опор, пролеты перекрытий, толщина наружных и внутренних стен, столбов, колонн и их взаимная связь.

На планах этажей должны совпадать: координационные оси наружных и капитальных внутренних стен, места печей и дымоходов, а также оси оконных и дверных проемов.

Все наружные и капитальные внутренние стены, а также отдельно стоящие опоры (колонны и столбы) должны иметь координационные оси. К координационным осям привязывают все элементы и конструкции здания.

Планы располагаются на листе таким образом, чтобы стена главного фасада была снизу плана. При изображении на одном листе планов этажей их следует располагать в определенном порядке – снизу вверх или слева направо: первый, второй и т. д.

Чертежи планов здания рекомендуется вычерчивать в следующей последовательности (рис. 60).

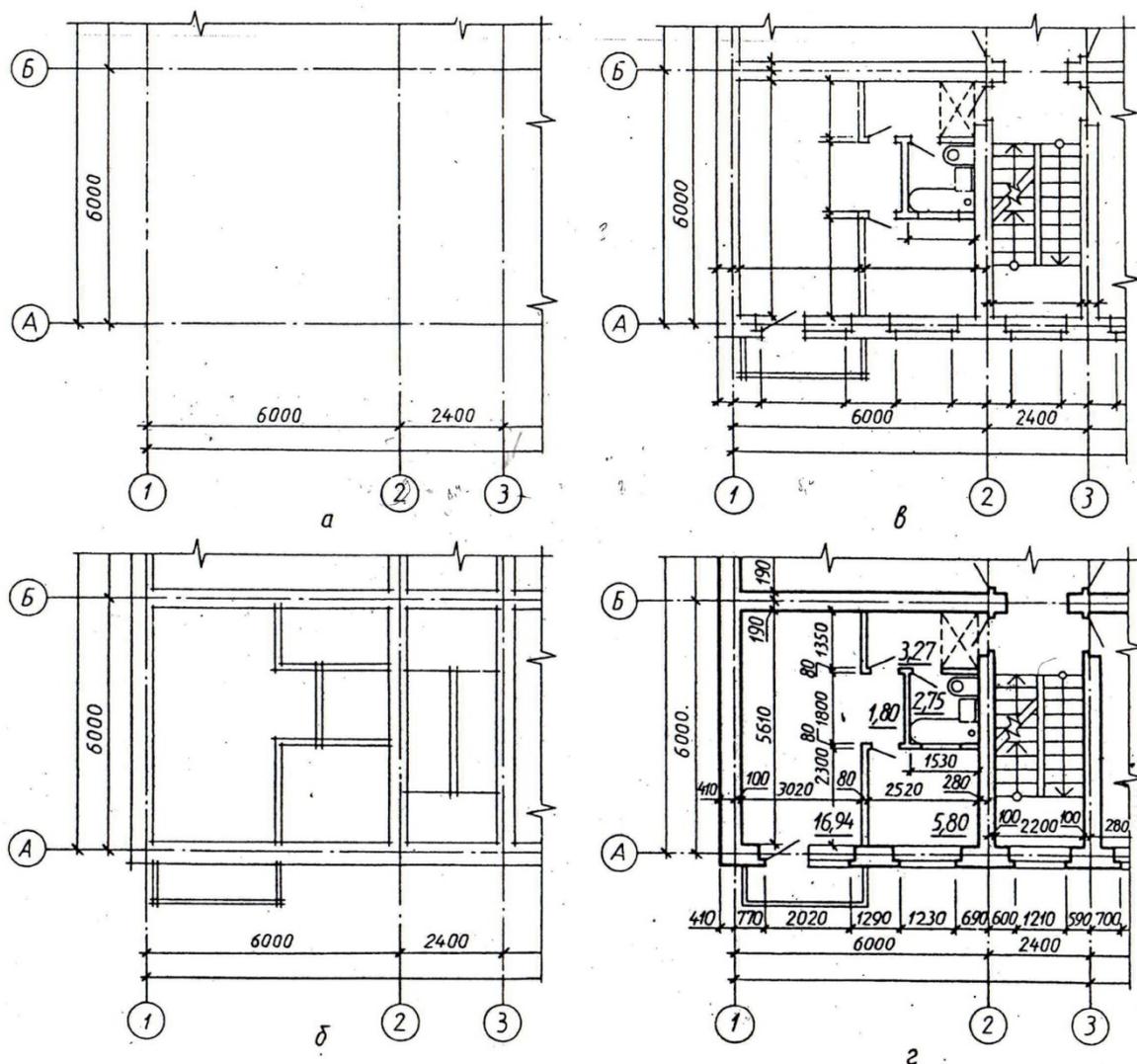


Рис. 60. Последовательность выполнения плана здания

Сначала на лист чертежной бумаги (в том месте, где было намечено вычертить план здания) наносят модульную сетку осей, то есть основные осевые размеры здания. Разбивочные оси необходимо располагать в соответствии с требованиями Единой модульной системы (ЕМС). После разметки на чертеже сетки осей вычерчивают наружные и внутренние несущие стены и столбы, в соответствии с правилами привязки этих конструктивных элементов к разбивочным осям, а затем вычерчивают все остальные детали плана здания, согласно принятым условным графическим обозначениям. В стенах и перегородках изображают оконные и дверные проемы. В дверных проемах показывают направление открывания дверей (отмах дверного полотна). На планы следует на-

нести также предусмотренные проектом санитарные приборы и оборудование, вентиляционные и дымоходные каналы и т. п.

На чертеже плана здания необходимо указать три линии (цепочки) размеров:

а) на первой размерной линии указывают размеры проемов и простенков;

б) на второй размерной линии проставляют размеры между модульными разбивочными осями несущих конструкций (наружных стен, внутренних капитальных стен или столбов);

в) на третьей размерной линии указывают общие (габаритные) размеры между осями наружных стен здания.

Первая размерная линия располагается на расстоянии 15 – 20 мм от внешнего контура здания. Если здание имеет выступающие части (эркер, крыльцо, ступени входа), то это расстояние принимают от наиболее выступающей части. Размерные линии следует располагать на расстоянии 7 – 10 мм друг от друга.

На расстоянии 12-15 мм от третьей размерной линии все разбивочные оси заканчивают кружками диаметром 7 – 10 мм, в которых указывают маркировочные цифровые и буквенные обозначения.

По горизонтали для обозначения вертикальных осей в кружках проставляют слева направо арабские цифры, по вертикали для обозначения горизонтальных осей указывают снизу вверх в алфавитном порядке русские заглавные буквы. Буквы *З*, *О*, *Х*, *Ы* не применяют. Конец и начало одной оси обозначает одной и той же цифрой или буквой. Если план здания симметричен и имеет небольшие габариты, то простановка размеров и маркировка осей делается только слева и снизу плана.

Внутри плана здания проставляют ширину и глубину каждого помещения, толщину стен и перегородок, сечения столбов, размеры дверных проемов. На плане указывают названия помещений и их площади в м² (цифры заключают в кружок или подчеркивают). Если на плане невозможно указать название помещений, то составляют экспликацию, в которой указывают наименования и площади помещений в м².

Вне контура плана наносят линии сечения разрезов со стрелками, показывающими направление взгляда, и обозначают их цифрами или буквами по ГОСТу 2.305-68.

На плане промышленного здания сплошными тонкими линиями показывают рельсовые пути и контуры основного технологического оборудования, влияющего на конструктивное решение. Штриховыми линиями обозначают контуры посадочных площадок, подпольные каналы, перекрытые съемными плитами, подкрановые пути, монорельсы, кран-балки и т. п. К этим элементам чертежа должны быть даны соответствующие поясняющие надписи, например: монорельс 1,0 т; электрокабельный тоннель и т. п.

Координационные оси зданий и сооружений наносят штрихпунктирными линиями и обозначают марками в кружочках (диаметром 6-8 мм). Цифрами (арабскими) маркируют оси по стороне здания (сооружения) с большим количеством координационных осей, а по другой – буквами русского алфавита. Последовательность маркировки – слева направо и снизу вверх. Маркировку осей, как правило, производят по левой и нижней сторонам плана.

Места колонн на плане здания принято обозначать пересечением двух взаимно перпендикулярных линий. Системы пересекающихся продольных и поперечных осей образуют сетку колонн. Расстояния между продольными осями сетки (рядами колонн) называют пролетами, а между поперечными – шагом колонн.

В целях стандартизации элементов здания размеры пролетов и шага колонн строго регламентированы и принимаются кратными 3, 12, 15, 18 м и т.д. Шаг колонн чаще всего берется равным 6 м.

Направление взгляда для изображения видов и разрезов для зданий и сооружений принимают, как правило, снизу вверх и справа налево. Несколько планов, изображенных на одном листе, следует располагать в порядке возрастания этажей снизу вверх или слева направо.

Размеры на плане здания

На плане здания проставляются размеры:

- проемов и простенков (для проемов с четвертями – с фасадной стороны стены в четвертях);
- привязка граней простенков к координационным осям;
- по осям стен или колонн с привязкой к координационным осям;
- расстояние между крайними координационными осями;
- толщины внутренних стен и перегородок;
- привязка граней внутренних стен и перегородок к координационным осям или поверхности противоположных стен;
- проемы во внутренних стенах и перегородках;
- привязки граней проемов к координационным осям или стенам;
- привязки осей железнодорожных путей и монорельсов к координационным осям.

Первую линию размеров рекомендуется наносить от контурной линии на расстояние 15 – 20 мм, а расстояние между соседними размерными линиями – 7-8 мм. Высота размерных цифр приблизительно 3,5 мм.

На плане зданий наносят размеры внутри каждого помещения в чистоте (от стены до стены). В каждом помещении указывают площадь комнаты. Цифру при этом наносят над чертой без указания измерения, располагая ее по возможности справа внизу каждой комнаты.

На планах маркируют проемы ворот и дверей, перемычки, окна. В пределах помещений подписывают их наименования, но допускается замена наименования экспликационным номером в кружке диаметром 5-7 мм.

В плане и разрезе стены, попавшие в разрез, не штрихуются.

Генеральные планы и транспорт

Генплан – основной проектный документ, по которому ведется застройка. На чертежах генпланов условными изображениями показывают расположение существующих и проектируемых зданий и сооружений, дорог, ЛЭП, санитарно-технических коммуникаций. Условные графические изображения выполняют в масштабе чертежа, кроме изображений, размеры которых определены настоящим стандартом.

Условные графические изображения проектируемых наземных и надземных зданий, сооружений, инженерных сетей, транспортных устройств выполняются основной сплошной линией, подземные – штриховой линией по ГОСТ 2.303–68 с изменениями (СТ СЭВ 1178–78). Так, контуры наземного здания изображают основной сплошной линией, вдоль линии контура с внешней стороны тонкой сплошной линией показывают отмостку, ширина ее – не менее 3 мм. Проектную красную линию застройки (ее границы) наносят сплошной линией, а условную границу промплощадки – штрихпунктирной линией с двумя точками.

Проекция с числовыми отметками

Кроме чертежей, относящихся непосредственно к зданию (это планы, фасады, разрезы, детали и др.), проект должен включать и все соображения по организации участка: связи здания с рельефом местности, организацию проездов, тротуаров, мостиков для воды, зеленых насаждений, определение баланса земляных работ, то есть объемы срезки и подсыпки и др. Все это отражается в особой части проекта, которая называется проектом вертикальной планировки.

При разработке проекта вертикальной планировки требуются значения особого метода изображений объекта (рельефа), у которых вертикальные измерения значительно меньше горизонтальных. В этих случаях применяются изображения, полученные методом проекции с числовыми (или высотными) отметками. Основные элементы объекта (сеточки и линии) проецируют перпендикулярно на плоскость, и у полученных проекций проставляют соответствующие числа, показывающие расстояние их от этой плоскости, которые и называются числовыми отметками.

Тема 16. Разрез здания. Привязка здания

Расположение конструктивных элементов и деталей в плане и разрезе здания устанавливают при проектировании путем так называемой привязки их к модульным разбивочным осям. Привязка характеризуется расстоянием от модульных разбивочных осей до грани или геометрической оси элемента. Привязку

наружных несущих стен выполняют так, чтобы внутренняя грань стены размещалась на расстоянии от модульной разбивочной оси, равном половине номинальной толщины внутренней несущей стены. Привязка должна быть кратна М или М-2. Допускается совмещение внутренней грани стены с модульной разбивочной осью в целях унификации элементов перекрытий («нулевая привязка»).

Во внутренних стенах геометрическую ось совмещают с модульной разбивочной осью. Отступление от этого правила допускается для стен лестничных клеток и стен с вентиляционными каналами. В наружных самонесущих и навесных стенах внутреннюю грань, как правило, совмещают с модульной разбивочной осью («нулевая привязка»). В каркасных зданиях геометрический центр сечения средних рядов совмещают с пересечением модульных разбивочных осей. При привязке крайних рядов колонн (в том числе в торцах здания) допускаются следующие два варианта:

а) наружную грань колонн совмещают с модульной разбивочной осью (краевая или нулевая привязка), если пролетные конструкции (ригель, балка, ферма и т.д.) перекрывают колонну, и когда это целесообразно по условиям раскладки элементов перекрытий или покрытий;

б) внутреннюю грань колонн размещают от модульной разбивочной оси на расстоянии, равном половине толщины внутренней колонны при консольном типе опирания конструкции, когда ригели опираются на консоли колонн или плиты перекрытий – на консоли ригелей.

В одноэтажных промышленных зданиях с тяжелыми крановыми нагрузками (от 30 до 50 т) наружные грани колонн крайних рядов и внутренние поверхности стен смещают наружу от модульной разбивочной оси на расстояние, кратное М и М-2 (как правило, на 250 мм). Геометрические оси торцовых колонн основного каркаса одноэтажных промышленных зданий смещают с поперечных разбивочных осей внутрь здания на 500 мм, а внутренние поверхности торцовых стен совмещают с осями («нулевая привязка»), что связано с особенностями конструктивных узлов торцовых стен.

Конструктивный разрез

Разрезом называется вертикальное сечение здания или сооружения (поперечное или продольное), проектируемое на соответствующие вертикальные плоскости проекций.

Разрезы дают представление о внутренних пространствах помещений, их высотах, о конструкции стен и междуэтажных перекрытий, размещении лестничных клеток, конструкции лестниц, характере оконных и дверных проемов, взаимном расположении помещений друг над другом. Обычно выполняют не менее двух разрезов (поперечный и продольный), но иногда для полного представления о конструктивном и объемном решении здания может быть выполнено несколько продольных или поперечных разрезов. Секущая плоскость разреза должна проходить между отдельными опорами, стенами, перегородками, балками, фермами и обязательно через проемы. В целях наглядности ясности изображения допускается делать ступенчатое разрезы. В продольных разрезах конструкцию скатной крыши всегда изображают условно в сечении по коньку, если даже плоскость фактического сечения не совпадает с коньком крыши.

Вычерчивание разреза здания следует начинать с проведения осевых линий стен и опор. Затем вычерчивают наружные и внутренние капитальные стены и столбы, в соответствии с привязкой этих элементов к разбивочным осям. Намечают уровень пола I этажа, пола II этажа, низа чердачного перекрытия, верха конька крыши и подошвы фундамента. Сначала намечают общий габарит разреза, а затем вычерчивают все его детали (рис. 61).

Все конструктивные элементы, попадающие в плоскость сечения, необходимо вычертить сплошной основной линией (толщина 5 в пределах от 0,6 до 1,5 мм) и выделить условными обозначениями материалы. Видимые линии контуров элементов, не попадающие в плоскость сечения, следует выполнить сплошной тонкой линией (толщина от $S/2$ до $S/3$). Линии невидимых контуров (столбчатые фундаменты под отдельные опоры или стены, скрытые проемы и т. п.) наносят штриховой линией, толщиной, равной толщине сплошной тонкой линии (ЕСКД, ГОСТ 2.303-68).

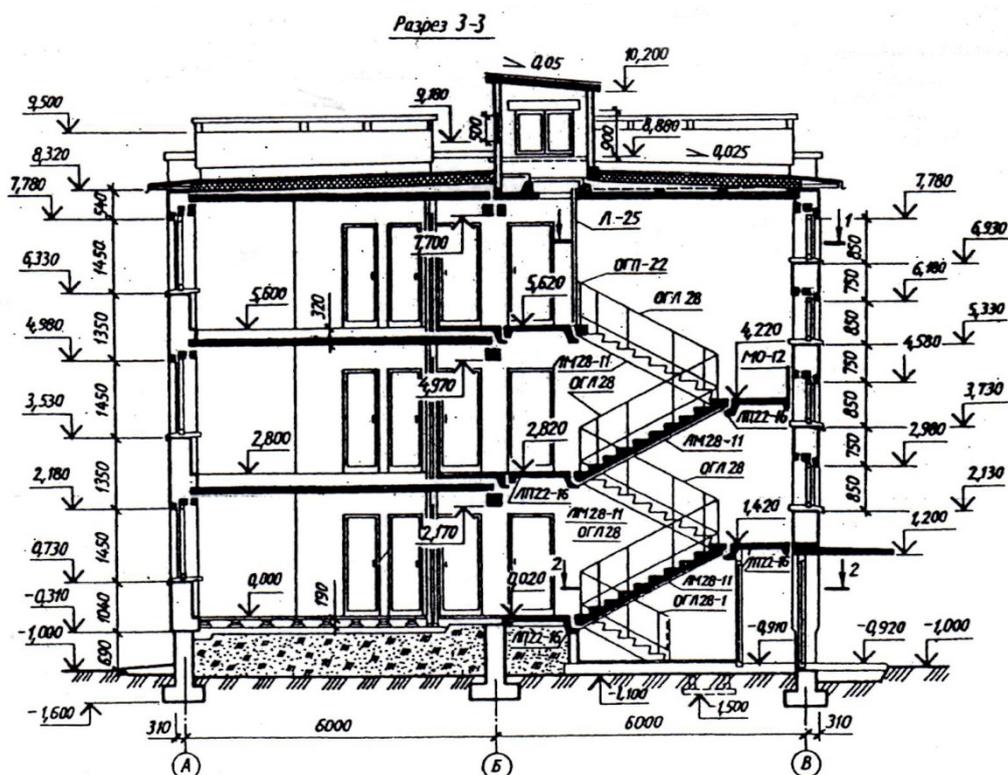


Рис. 61. Разрез здания (конструктивный)

На разрезе, вне контура чертежа, на расстоянии 15 – 20 мм от наружной поверхности стены проводят три вертикальные размерные линии:

а) на первой линии указывают габаритные размеры оконных и дверных проемов, расстояние между проемами по высоте, высоту цоколя (размеры проставляют цепочкой);

б) на второй линии проставляют общие размеры от уровня земли до верха карниза и от уровня земли до подошвы фундамента;

в) на третьей линии указывают следующие вертикальные отметки: глубину заложения подошвы фундамента, поверхности земли, верха отмостки, пола I этажа, низа и верха проемов, верха карниза, верха трубы и верха конька крыши. Отметкой называется выраженное в метрах превышение уровня данной горизонтальной плоскости над уровнем, принятым на нуль. За нулевую отметку принимают обычно уровень чистого пола I этажа (ур. ч.п.±0.000). Отметки выше пола I этажа обозначают знаком + (плюс), ниже пола I этажа знаком – (минус). Цифру отметки проставляют на линии-полочке условного знака с равносторонним треугольником, вершина которого показывает уровень отметки.

Вершину треугольника можно направлять вверх или вниз, в зависимости от расстояния между отметками.

Под разрезом размещают две горизонтальные наружные размерные линии:

а) на первой указывают размер между осями несущих конструкций (наружных и внутренних капитальных стен или столбов);

б) на второй проставляют общий (габаритный) размер между осями наружных капитальных стен здания. Под размерными линиями располагают в кружках маркировочные обозначения осей соответственно обозначениям на плане.

Внутри чертежа разреза должны быть вычерчены два ряда размерных линий (цепочек):

а) на первой размерной линии указывают расстояние низа оконных проемов от пола, высоту проема и расстояние от верха проема до потолка;

б) на второй размерной линии указывают высоту помещений в чистоте от пола до потолка и толщину перекрытия или высоту этажа (от пола до пола). Отдельно проставляют отметки высоты дверей и других элементов зданий.

В одноэтажных промышленных зданиях внутри разрезов проставляют отметки головки кранового рельса, нижнего пояса несущей конструкции перекрытия или верха колонн и нулевую отметку пола.

Габариты, подъемно-транспортного оборудования наносят штриховой линией (на плане), а в разрезе – тонкой сплошной линией.

На разрезе необходимо указать размеры элементов фундаментов, толщины стен, привязку стен и фундаментов к разбивочным осям, а также числовые отметки уровня для каждого этажа.

Отдельные конструкции, попавшие в разрез, фундаменты, пол 1 этажа, междуэтажные и чердачные перекрытия, крыши и др. должны иметь поясняющие надписи о принятых строительных материалах. Поясняющие надписи к многослойным конструкциям следует делать над рядами горизонтальных линий – выносок, объединенных одной вертикальной линией, пересекающей конструкцию. В практике проектирования эту систему линий называют флаж-

ком. Размещение надписей на флажке должно соответствовать порядку расположения слоев конструкции – сверху вниз. Названия или обозначения разрезов можно надписывать буквами или цифрами в соответствии с обозначениями линий разреза на плане.

Архитектурный разрез

Назначение архитектурных разрезов – изображение композиционно-пространственного решения здания и его связи с окружающей средой (рис. 62).

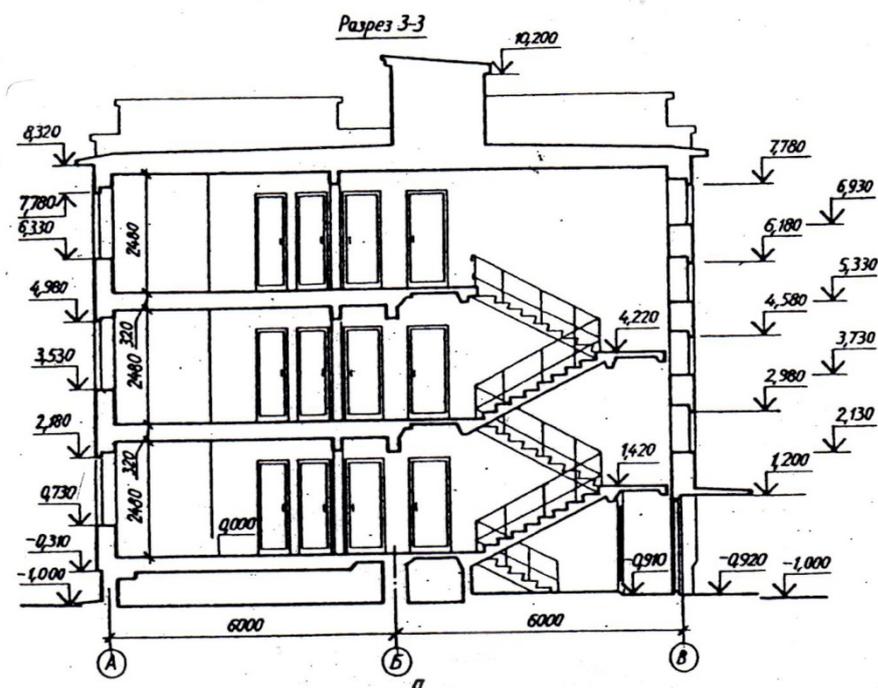


Рис. 62. Разрез здания (архитектурный)

Поэтому элементы, попавшие в сечение, в разрезах можно показывать условно. В этом случае плоскости сечений чаще всего заливают черной тушью. Однако если планы решены в другой технике (разведенная тушь, цвет и т.д.), то при выполнении используют те же приемы, что и при выполнении планов. Все, что находится за плоскостью сечения (окна, двери, элементы внутренней отделки, оборудование и мебель), обводят тонкой черной или цветной линией в соответствии со стилем выполнения планов.

Если разрезы выполняются в крупном масштабе, то плоскость сечения оставляют белой, а интерьер, как главный элемент разреза, выполняют в черно-белой графике однотонной отмывкой или полихромно, применяя акварель или,

что более современно, темперу или гуашь. При этом изображение интерьера может быть и плоскостным, и объемным.

Все, что находится за плоскостью сечения – окна, двери, элементы внутренней отделки, оборудование и мебель – обводят тонкой черной или цветной линией в соответствии со стилем выполнения планов.

Если разрезы выполняются в крупном масштабе, то плоскость сечения оставляют белой, а интерьер, как главный элемент разреза, выполняют в черно-белой графике однотонной отмывкой или полихромно, применяя акварель или, что более современно, темперу или гуашь. При этом изображение интерьера может быть и плоскостным, и объемным.

Выполнение чертежей лестниц

Для графического построения лестницы необходимо знать высоту этажа, ширину марша, количество маршей в этаже и размеры ступеней или уклон марша. К вычерчиванию лестницы приступают по мере выполнения несложных расчетов по определению размеров отдельных элементов лестницы и разрезов лестничной клетки.

Для вычерчивания лестницы в разрезе высоту этажа делят на отрезки, равные величине подступенка, через полученные точки проводят горизонтальные линии. Горизонтальную проекцию марша (его заложение) разбивают на отрезки, равные величине проступи, и через полученные точки проводят вертикальные прямые.

Полученная сетка пересечения горизонтальных и вертикальных линий позволяет выявить ступенчатый профиль лестницы. Найденный профиль служит основным для вычерчивания конструкции маршей и площадок. При вычерчивании лестницы необходимо следить за тем, чтобы нижний и верхний проступенки обоих маршей, примыкающих к одной площадке, находились в одной плоскости, то есть на одной вертикальной линии в разрезе.

В тех случаях, когда вход в здание предусмотрен через лестничную клетку под первой промежуточной площадкой, проход под площадкой двухмаршевой лестницы (при высоте этажа 2,8-3,6 м) возможен лишь при устройстве до-

полнительного цокольного марша в 3-6 ступеней, ведущего на первую этажную площадку. Проход под площадкой должен иметь высоту не менее 2,1 м до низа выступающих конструкций. В целях использования стандартных элементов лестницы марши проектируют одинаковой длины, и только один цокольный марш будет короче. Подъем цокольного марша должен соответствовать разнице между уровнем пола первого этажа и уровнем земли. Стрелкой всегда обозначают направление движения по лестнице вверх.

В плане лестницы показывают внутренние размеры ширины и длины лестничной клетки, ширину маршей и промежутка между ними, ширину лестничных площадок, величину проступи и длину заложения марша. В разрезе лестницы проставляют отметки лестничных площадок, пола этажей, указывают ширину лестничных площадок и величину заложения марша, общую длину лестничной клетки, размеры основной ступени, а также все необходимые размеры маршей, площадок и других элементов, отличающихся от принятого типового решения лестницы. Если в конструкциях лестницы использованы стандартные сборные железобетонные элементы и детали, то на чертеже разреза лестницы указывают их маркировку по каталогу.

Выполнение чертежей плана крыши и плана фундаментов

Планом крыши или планом кровли называется вид здания сверху, спроектированный на горизонтальную плоскость. План крыши определяет систему водоотвода и расположение всех элементов, выступающих над кровлей.

На чертеже плана крыши вычерчивают модульные разбивочные оси здания, размеры между ними и крайними осями. Затем наносят штриховой линией очертание здания по наружному периметру и в зависимости от величины выноса карниза сплошной тонкой линией показывают параллельно периметру здания; наружный контур свеса кровли. На план кровли наносят парапеты, фонари, слуховые окна, дымовые и вентиляционные трубы, пожарные лестницы и все местные сооружения на крыше. Для выявления системы водоотвода указывают стрелками направление скатов кровли и цифрами – величину уклона, по-

казывают ребра переломов кровли, коньки, разжелобки, воронки внутренних водостоков или желобами – воронки наружных водостоков.

При построении плана скатной крыши сложной формы, представляющей собой сочетание нескольких прямоугольников, исходным положением является одинаковый угол наклона всех скатов, при этом проекции линий пересечения скатов, (проекция ребер и разжелобков) являются биссектрисами углов, образованных пересекающимися линиями свеса кровли

Проекция линий коньков должны быть расположены по геометрической оси каждого прямоугольного элемента проекции крыши и проходить через точки пересечения проекций ребер и разжелобков.

Построение начинают с определения линий пересечения скатов для прямоугольной фигуры с наибольшей шириной. Затем делают построение на соседних прямоугольных участках плана, при этом проекции ребер на совпадающих скатах не вычерчивают.

План фундаментов – это разрез здания горизонтальной плоскостью выше уровня пола 1 этажа или пола подвального этажа на 5 – 10 см, с условным изображением фундаментов, обнаженных от грунта и конструкции полов. На плане фундаментов показывают наружные и внутренние стены с дверными проемами контуры подошвы и стен фундаментов, а также фундаменты под колонны, печи, крыльца, веранды и другие части здания. Контуров стен вычерчивают сплошной основной линией, а элементы фундаментов – сплошной тонкой линией.

На чертеже плана фундаментов вне контура чертежа, слева и внизу располагают две размерные линии Первая: между осями несущих конструкций; вторая: между разбивочными осями наружных стен.

Разбивочные оси маркируют соответственно маркировке осей на плане здания.

Внутри чертежа плана фундаментов наносят габаритные размеры отдельных элементов, включая фундаменты под столбы, печи и др., указывают привязку этих размеров к разбивочным осям, а также маркируют принятые сбор-

ные железобетонные элементы и показывают числовые отметки глубины заложения подошвы-фундамента.

Тема 17. Фасад здания

Фасады – ортогональные проекции здания на вертикальную плоскость – наружная сторона здания. Чертеж фасада дает представление о внешнем виде здания, его архитектуре и о соотношениях его отдельных элементов. Различают главный фасад, дворовый и боковые, или торцовые, фасады.

Главным фасадом называется вид здания со стороны улицы или площади (рис. 63). Определение других фасадов вытекает из их наименования. В проекте обычно дают фасады всех сторон здания. При их сложной конфигурации (Г- и Ш-образной и т.п.) фасады, находящиеся в разных плоскостях, допускается изображать на отдельных чертежах. На одинаковые фасады делают один чертеж.

Наименование фасада определяется крайними координационными осями, между которыми располагают участок здания, изображенный на чертеже, или маркой оси, расположенной в фасадной стене, например, «Фасад 1–7», «Фасад А–В», «Монтажная схема фасада 1–13» и т.д. Наименование фасада надписывают над изображением с минимальным разрывом.

Масштаб фасада должен быть минимальным, но достаточным для показа рельефа стены, проемов, отверстий в стенах и т.п.

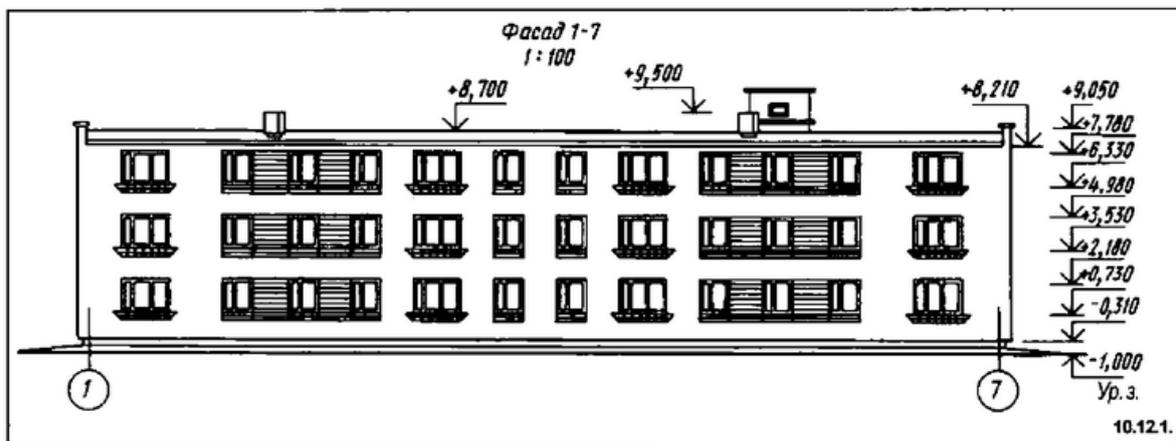


Рис. 63. Главный фасад здания

На чертежах фасадов желательно указывать деформационные швы, пожарные лестницы, трубы наружного водостока, пандусы у ворот, жалюзийные решетки, в том числе установленные вместо оконных переплетов и т.п. Штриховкой выделяют участки стен, выполняемых из материала, отличающегося от материала всего здания. Штриховыми линиями показывают закладываемые монтажные проемы (рис. 64).

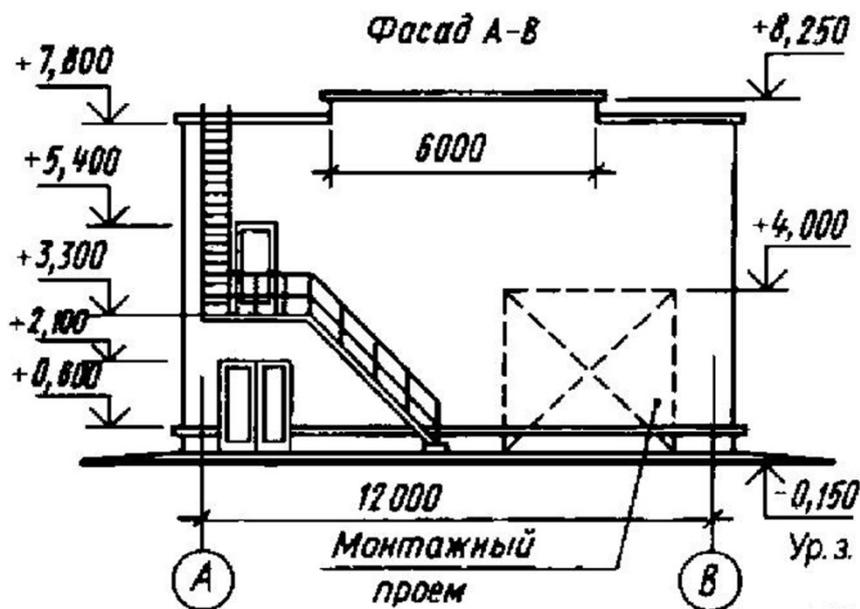


Рис. 64. Фасад здания

В зданиях промышленного типа при большой протяженности фасада с ритмичным расположением окон допускается рисунок оконных переплетов показывать только в крайних двух-трех проемах с обоих концов здания; на продольных видах фонарей – также только по концам, в гражданских зданиях – во всех оконных проемах. Однако степень детализации при вычерчивании фасадов гражданских и промышленных зданий зависит от масштаба. Рисунок оконных переплетов, тип дверей и ворот показывают только на фасадах, выполненных в масштабе 1:100 и крупнее; при более мелких масштабах вычерчивают только контуры створок и проемов.

Если на фасаде имеются сложные участки, их изображают отдельно в более крупном масштабе, то есть выполняется фрагмент фасада.

На основном чертеже фасада должна быть ссылка на его фрагменты с указанием номера листа, на котором они помещены. Чаще всего это фигурная скоб-

ка, под которой указан номер листа промышленного здания, на котором выделен фрагмент. Над фрагментом делают надпись по типу: «Фрагмент фасада».

В зданиях из сборных конструкций (крупных блоков, панелей и т.п.) фрагменты фасада не вычерчивают, а заменяют их ссылками на схемы расположения стен или фасадов. На фрагментах фасада подробно показывают все детали и наносят необходимые отметки и надписи.

Размеры, имеющиеся на плане и разрезе, дают возможность вычертить фасад здания.

Законченный чертеж оформляют следующими данными. В зданиях всех типов показывают координационные оси, расположенные по краям фасада, у деформационных швов, в местах уступов в плане и перепадов высот здания. В промышленных зданиях координационные оси наносят еще у одной из сторон каждого проема ворот.

Размеры на чертежах фасада, как правило, не проставляют, за исключением размеров привязки элементов, не выявленных на планах, разрезах и фрагментах.

На чертежах фасадов указывают отметки уровня земли, верха стен, входных площадок и элементов фасадов, расположенных в разных уровнях. На чертежах фасадов промышленных зданий проставляют также отметки верха стен, низа и верха проемов. Полочку отметки желательно развернуть в сторону от изображения.

На фасадах в ссылочных кружках маркируют детали, имеющиеся в проекте, если они не показаны на деталях планов и разрезов. При наличии фрагментов фасадов маркировку следует проводить только на фрагментах (рис. 65).

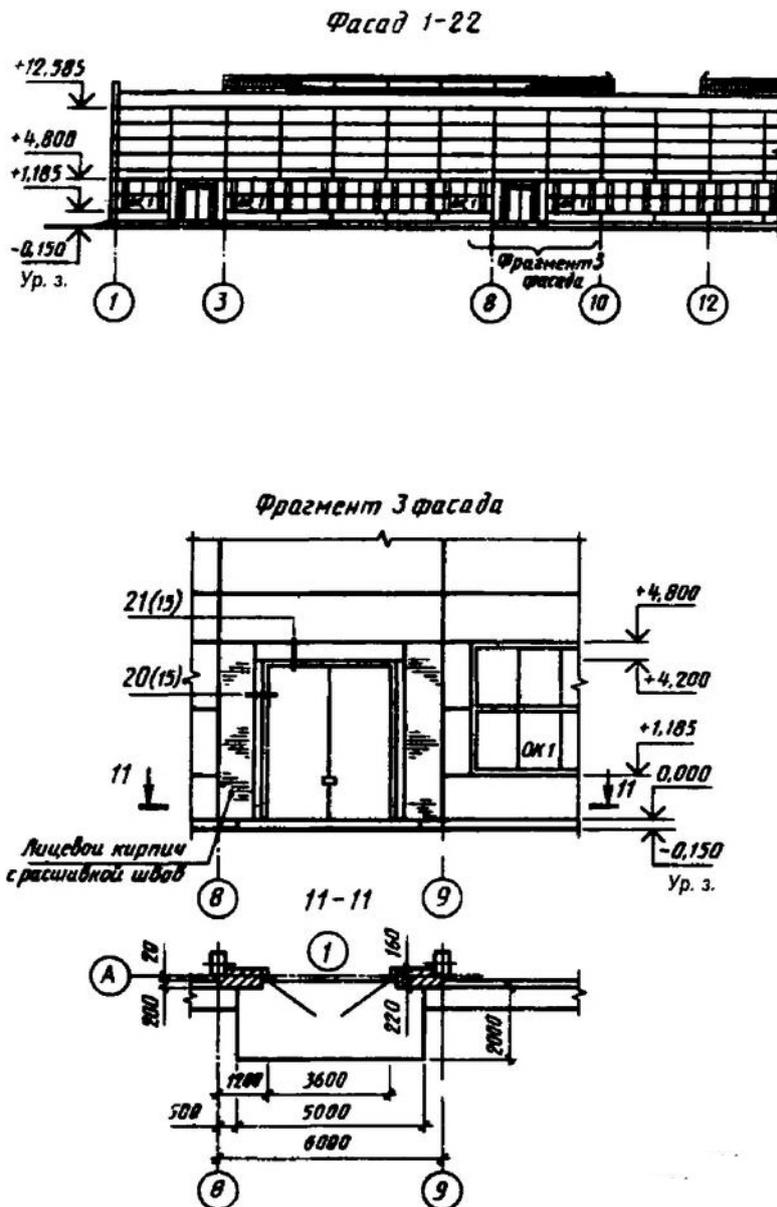


Рис. 65. Фасад и фрагмент фасада производственного здания

На фасадах маркируют оконные блоки по типу ОК-1, ОК-2 и т.д. или схемы заполнения оконных проемов, если они не приведены на планах. Марку типа заполнения проема проставляют на фасаде внутри контура оконного проема, а при малых размерах проемов – под ним или на выносной линии. Если все оконные проемы здания имеют однотипное заполнение, его на фасаде не маркируют.

На чертеже фасада наносят отметки и размеры, а также привязку проемов и отверстий, не указанных на планах и разрезах. Кроме того, указывают вид отделки участков стен, отличающихся от остальных (преобладающих); наружные

пожарные и эвакуационные лестницы, примыкающие галереи. В крупноблочных и панельных зданиях показывают разрезку стен на блоки и панели (рис. 66).

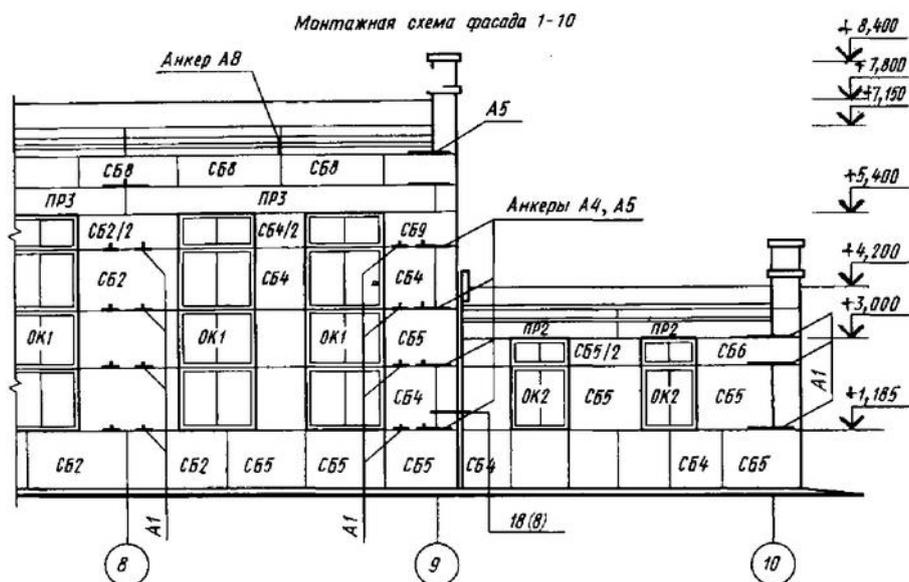


Рис. 66. Разрезка стены на блоки

Чертеж фасада, являющийся одной из проекций здания, строится на основании чертежей плана и разреза. Все предварительные построения выполняют тонкими линиями. Чертеж фасада здания вычерчивают в нижеследующей последовательности (рис. 67):

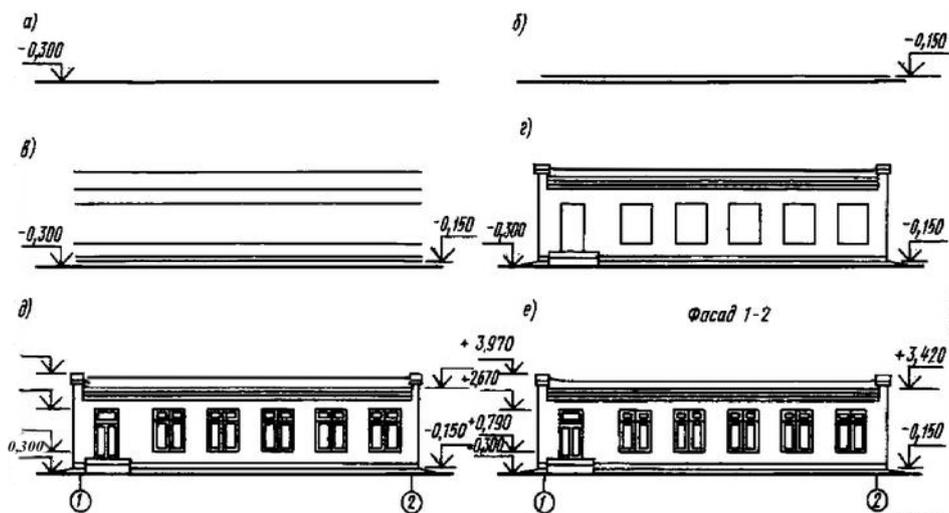


Рис. 67. Последовательность построения фасада здания

1. Сначала проводят горизонтальную прямую толщиной, принятой для обводки фасада. Ее выводят за контур примерно на 30 мм. Эта линия служит основанием, на котором строят фасад здания;

2. Затем проводят вторую горизонтальную линию на расстоянии полтора миллиметра от первой – линия отсостки;

3. Тонкими линиями проводят горизонтальные контуры цоколя, низа и верха проемов (оконных и дверных), карниза, конька и других элементов здания;

4. Далее проводят вертикальные линии координационных осей, стен, оконных и дверных проемов и т.п.;

5. Вычерчивают ограждения балконов, дымовые и вентиляционные трубы и другие архитектурные детали фасада;

6. Наносят ссылочные кружки, обозначают элементы фасада, изображаемые на фрагментах, кружки координационных осей, выносные линии и знаки высотных отметок, а если необходимо – то и размерные линии;

7. Проставляют высотные отметки, марки осей, размеры. При необходимости выполняют все требуемые надписи. Для изображения фасада может применяться и другой порядок построения.

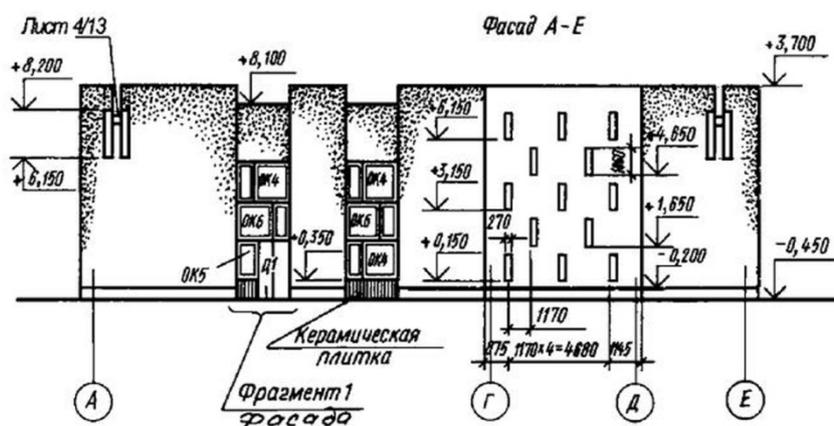


Рис. 68. Фасад общественного здания

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Описание практических (графических) работ

Практический раздел содержит задания для выполнения графических работ по темам геометрического черчения, основам начертательной геометрии, проекционного и архитектурно-строительного черчения.

Задания расположены по мере возрастания их сложности и объема работы. По каждой теме даны методические рекомендации по выполнению графических работ и условия заданий. В методических рекомендациях кратко сформулированы требования, предъявляемые к графической части задач, и даны краткие пояснения по методике их решения.

Цель выполнения графических работ – формирование умения представлять трехмерные работы на плоскости чертежа; овладение навыками выполнения и чтения чертежей.

Задачи:

- освоение техники работы с чертежными инструментами;
- изучение методов построения изображений на комплексном чертеже;
- приобретение навыков построения третьей проекции, разрезов, сечений, аксонометрических проекций, технических рисунков;
- освоение основ архитектурно-строительного черчения (фасады, планы, разрезы).

Графические работы выполняются на листах чертежной бумаги форматов А4 (297x210) и А3 (297x420). На каждом чертеже вычерчивают основную надпись в соответствии с ГОСТ 2.104-68. На формате А4 основную надпись располагают вдоль короткой стороны, а на формате А3 – вдоль длинной.

При выполнении практических заданий следует руководствоваться ниже следующими рекомендациями.

Все графические работы выполняются карандашом. Минимальная толщина карандашной линии принимается 0,3 мм, толщина S сплошной толстой основной линией – 07-08 мм.

Толщина однотипных линий, а также их тональность должны быть одинаковыми для всех изображений на данном чертеже.

Для выполнения практических заданий рекомендуется иметь, как минимум, два карандаша – с грифелем марки Т(Н) или ТМ (НВ) для тонких линий и разметки и М(В) – для обводки.

В циркуль следует вставлять грифель, марка твердости которого на 1-2 номера мягче, чем при обводке прямых линий.

Рекомендуется пользоваться линейкой длиной не менее 250 – 300 мм и чертежными угольниками. Вместо линейки можно использовать рейшины на роликах («плавающие рейшины»).

2.2. Содержание учебного материала к практическим занятиям

Перечень практических заданий

Графическая работа 1. Линии чертежа – формат бумаги А4.

Графическая работа 2. Шрифты чертежные – формат бумаги А4.

Графическая работа 3. Деление окружности на равные части – формат бумаги А4.

Графическая работа 4. Сопряжения – формат бумаги А4.

Графическая работа 5. Проекция точек – формат бумаги А4.

Графическая работа 6. Построение третьей проекции – формат бумаги А4.

Графическая работа 7. Пересечение пирамиды плоскостью – формат бумаги А3.

Графическая работа 8. Пересечение геометрических тел – формат бумаги А3.

Графическая работа 9. Аксонометрия – формат бумаги А3.

Графическая работа 10. Технический рисунок – формат бумаги А4.

Графическая работа 11. Архитектурные обломы – формат бумаги А4.

Графическая работа 12. Планы зданий – формат бумаги А4.

Графическая работа 13. Разрез здания – формат бумаги А4.

Графическая работа 14. Фасад здания – формат бумаги А4.

Графическая работа № 1. Линии чертежа

Содержание работы

На листе чертежной бумаги формата А4 вычертить линии, окружности, технические детали. Нанести штриховку на изображение деталей.

Методические рекомендации

Перед проведением окружности следует провести две штрихпунктирные центровые линии, которые должны пересекаться в центре большими штрихами. Центровые и осевые штрихпунктирные линии должны выступать за контур детали на длину не более чем 5 мм.

Штриховку выполняют параллельными линиями под углом 45° к горизонтальной линии.

Графическая работа № 2. Шрифты чертежные

Содержание работы

На листе чертежной бумаги формата А4 написать чертежным шрифтом типа Б (с наклоном 75%) размером 10 буквы, цифры и знаки.

Методические рекомендации

Высота прописных букв в миллиметрах, измеренная перпендикулярно к основаниям строки, называется размером шрифта h .

Высота (c) строчных букв без отростков определяется по отношению к размеру шрифта h (для шрифта типа Б $c=7/10h$).

Изучение конструкций написания букв чертежного шрифта рекомендуется вести не в алфавитном порядке, а разбив их на группы по единообразию их написания.

ГОСТ 2.304-81 устанавливает 9 размеров чертежных шрифтов по высоте: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40 мм. При выполнении графических документов в карандаше минимальной высотой шрифта является 3,5 мм.

Стандартом определены следующие типы шрифтов (рис. 67):

- тип А без наклона;
- тип А с наклоном 75°;
- тип Б без наклона;
- тип Б с наклоном 75°.



Рис. 67. Шрифт типа А с наклоном (прописные и строчные буквы)

В надписях применяются следующие знаки: точка; двоеточие; запятая; точка с запятой; восклицательный знак; вопросительный знак; кавычки; и; параграф; равенство; величина после округления; соответствует; асимптотически равно; приблизительно равно; меньше; больше; меньше или равно; больше или равно; плюс; минус; плюс-минус; умножение; деление; процент; градус; минута; секунда; параллельно; перпендикулярно; угол; уклон; конусность; квадрат; дуга; диаметр; радикал; интеграл; бесконечность; квадратные скобки; круглые скобки; черта дроби; номер; от...до; знак подобия; звездочка.

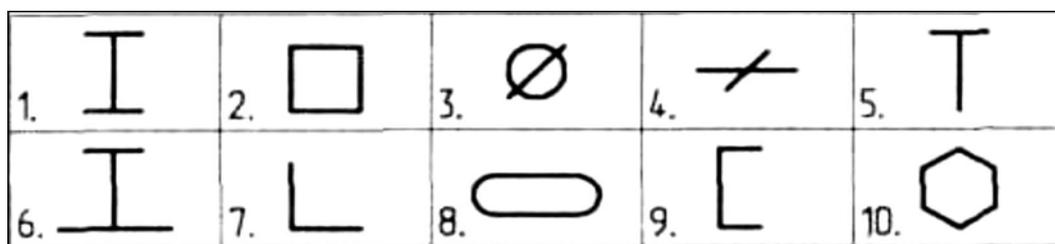


Рис. 68. Условные обозначения прокатных профилей:

1 – двутавр; 2 – квадрат; 3 – круг, труба круглого сечения; 4 – полоса, лента; 5 – тавр; 6 – рельс; 7 – уголок равнополочный; 8 – овальный профиль; 9 – швеллер равнополочный; 10 – шестигранный профиль

Графическая работа № 3. Деление окружности

Содержание работы

На листе чертежной бумаги формата А4 вычертить контур технической детали. Выполнить построение деления окружности на равные части в масштабе 1:1. Нанести размеры.

Методические рекомендации

При выполнении графической работы 3 построение чертежа следует начинать с проведения центровых линий. На чертеже следует сохранить все линии построений и провести центровые линии в равномерно расположенных окружностях.

Деление окружностей на равные части показано на рисунке 70. Проведением несложных построений можно разделить окружность на 4 и 8, 6, 3, 12, 7, 5 и 10 частей.

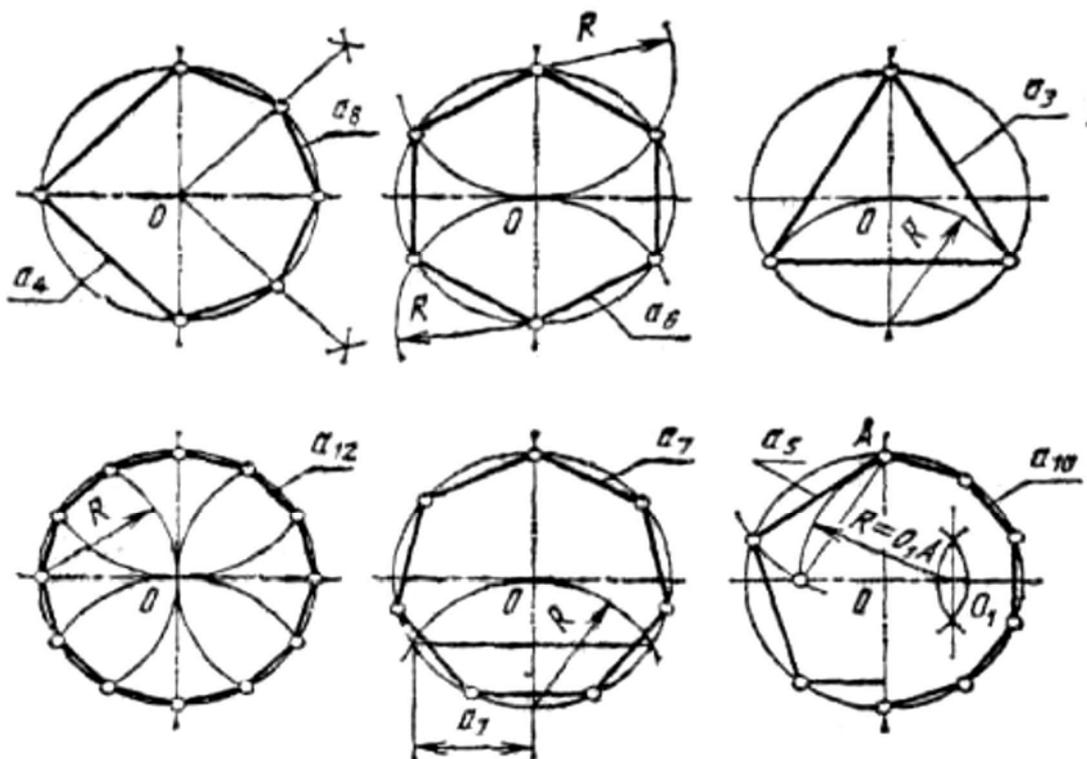
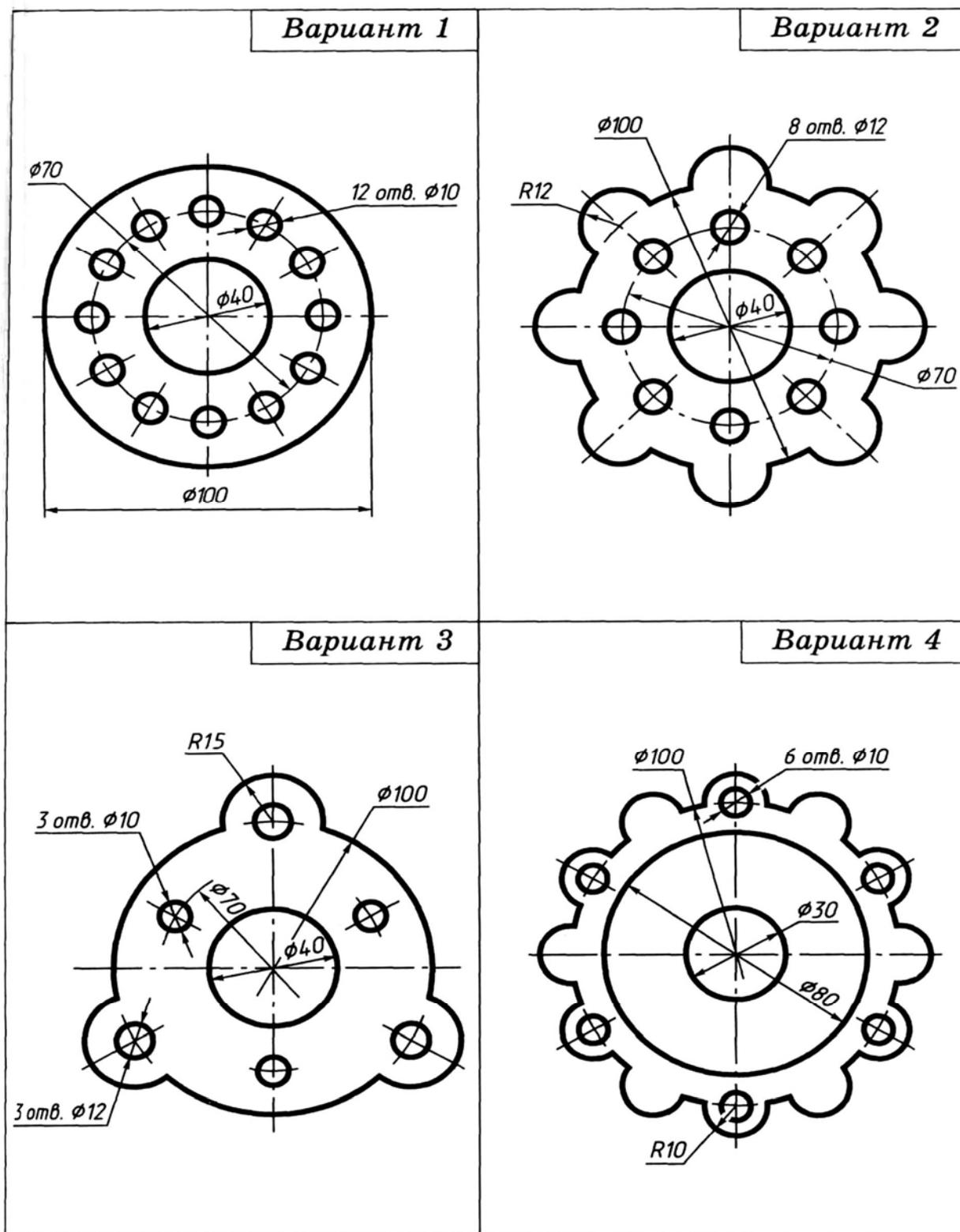


Рис. 69. Деление окружностей на равные части



Графическая работа №4. Сопряжения

Содержание работы

На формате А4 вычертить контур технической детали с построением сопряжений и делением окружности на равные части.

Методические рекомендации

Сопряжением называется плавный переход одной линии в другую. Общая точка этих линий называется *точкой сопряжения* или *точкой перехода*. Приемы выполнения сопряжений показаны на рисунке 70.

Построение прямой, касающейся дуги окружности в данной точке. Для проведения касательной к окружности параллельно данной прямой MN нужно из центра O окружности опустить перпендикуляр на данную прямую. Пересечение перпендикуляра с дугой окружности определит точку касания I (рис. 70, а).

Построение окружности, касательной к данной прямой. Геометрическим местом центров окружностей, касательных к данной прямой, является прямая, параллельная данной и отстоящая от нее на расстояние радиуса окружности R . Для определения точки касания из намеченного центра опускаем перпендикуляр на прямую и проводим окружность радиусом R (рис. 70, з).

Построение сопряжения двух дуг окружностей. Точки касания двух дуг окружностей находятся на линии центров OO_1 или на продолжении этой линии центров (рис. 80, б, в). Дуги могут иметь внешнее (рис. 80, б) и внутреннее (рис. 71, в) касания. При внешнем касании расстояние между центрами OO_1 равно сумме радиусов сопрягаемых дуг, при внутреннем – разности радиусов сопрягаемых дуг.

Построение сопряжения двух параллельных прямых дугой. Для сопряжения параллельных прямых AB и CD (рис. 70, д) к ним проводят перпендикуляр EF . Прямая EF параллельные прямые в точках сопряжений n и n_1 . Поделив прямую nn_1 пополам, получаем центр сопряжения параллельных прямых.

Построение сопряжения двух пересекающихся прямых дугой заданного радиуса. Такое сопряжение называют также скруглением углов. Центр скругления O находят в точке пересечения прямых, проведенных параллельно заданным прямым на расстоянии от них, равном радиусу скругления R (рис. 70, е, ж). Точки сопряжения 1 и 2 находятся на пересечении перпендикуляров из центра O к сопрягаемым сторонам.

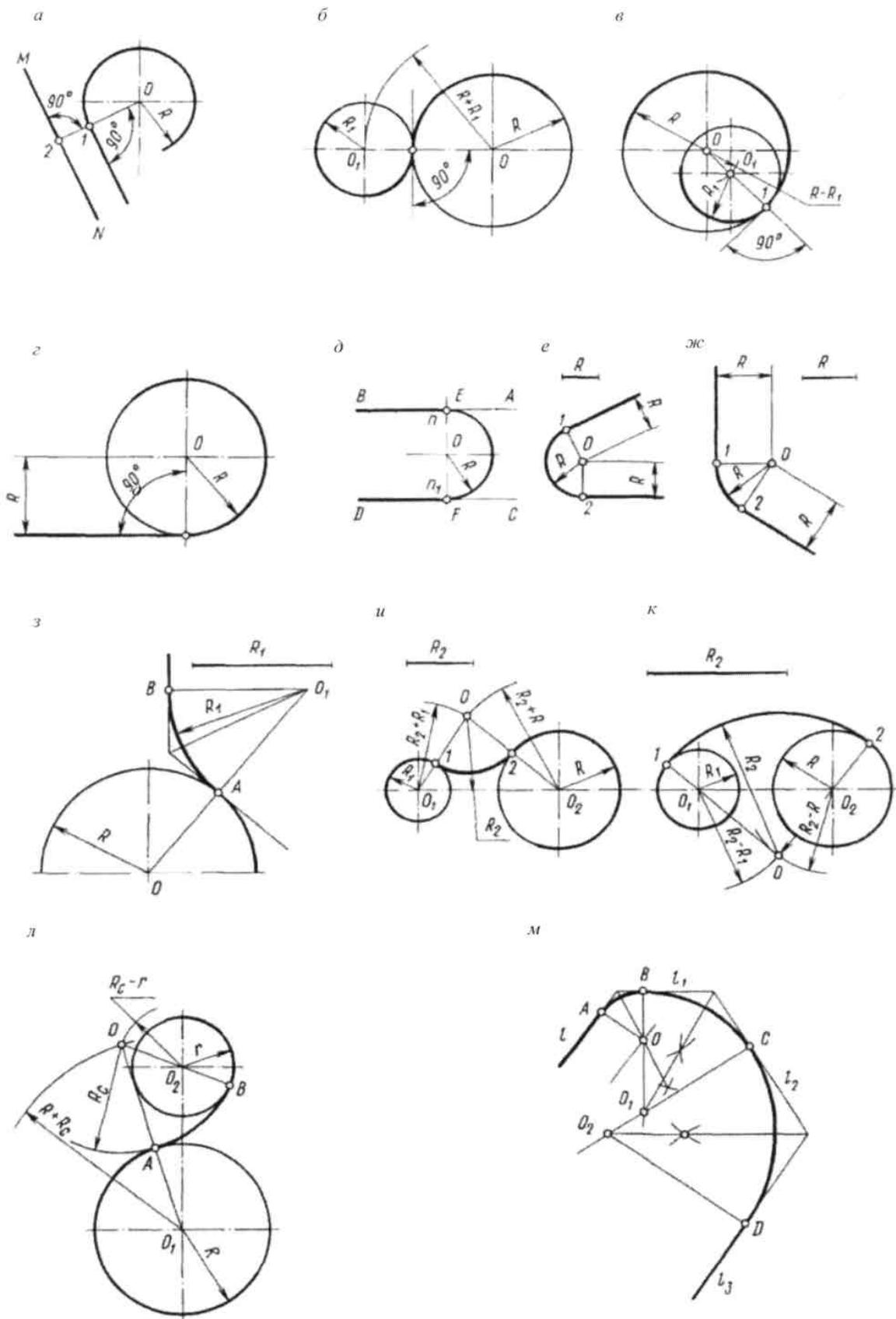
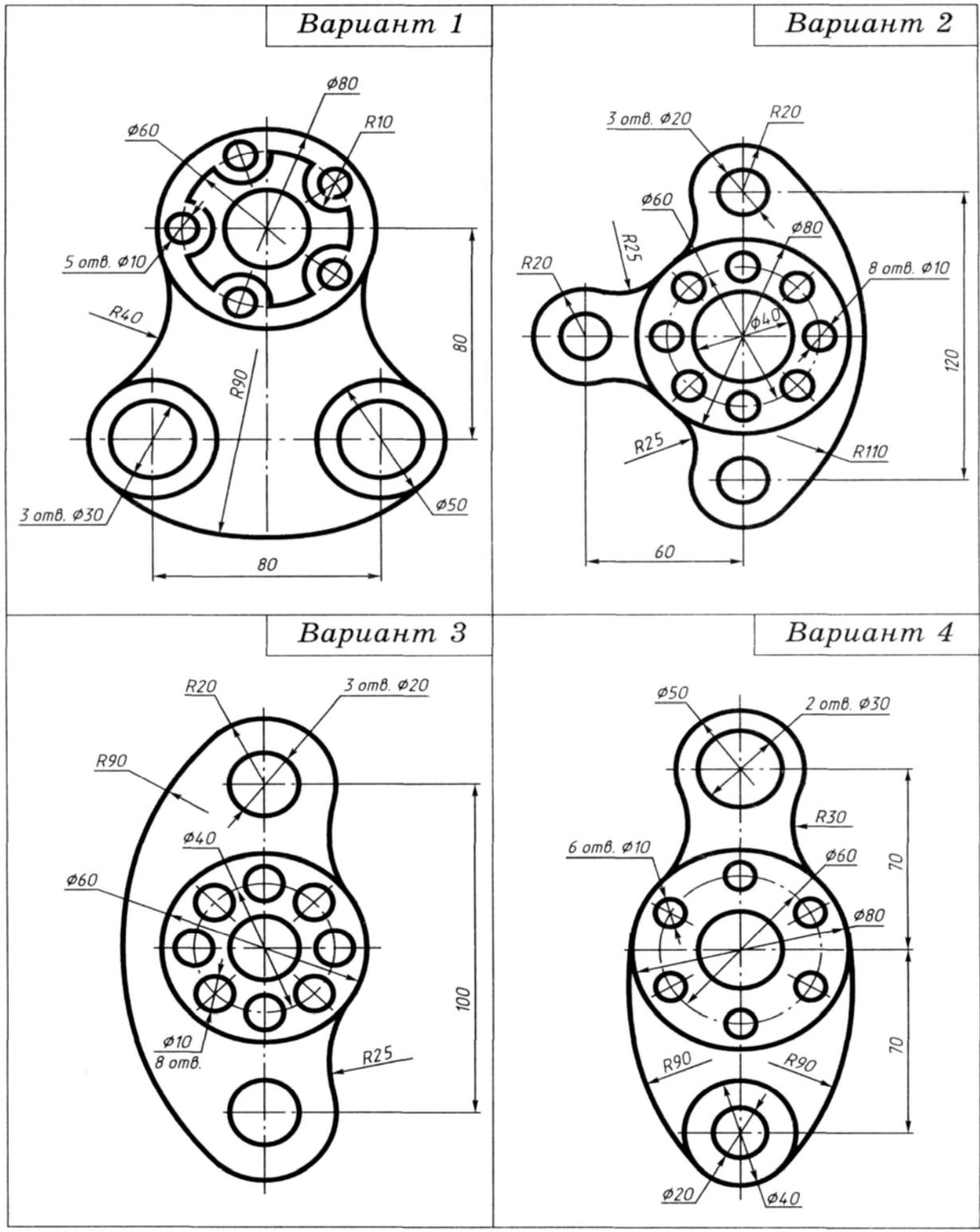


Рис. 70. Построение сопряжений

Построение сопряжения дуги окружности с прямой с помощью дуги заданного радиуса и точки сопряжения. Центр дуги сопряжения O_1 должен ле-

жать на перпендикуляре к заданной прямой, восстановленном из точки сопряжения A (рис. 70, з). Центр дуги сопряжения лежит на пересечении прямых, одна из которых проходит через центр окружности O и точку сопряжения A , а вторая является биссектрисой угла, образованного данной прямой и касательной, проведенной через точку A .



Графическая работа № 5. Проекции точек

Содержание работы

На листе чертежной бумаги формата А3 (или два формата А4) вычертить три проекции геометрических тел. Построить проекции точек, расположенных на поверхности этих тел, нанести размеры.

Методические рекомендации

В условиях задания даны фронтальная и горизонтальная проекции геометрических тел. Необходимо построить их профильную проекцию. На поверхности геометрических тел расположены точки, заданные в условиях одной проекцией. Требуется достроить их недостающие проекции.

При построении проекций точки, при надлежащей поверхности геометрического тела, необходимо провести вспомогательную линию, принадлежащую данной поверхности и проходящую через данную точку.

По поверхности многогранников удобно проводить прямые линии, а при построении проекций точек, расположенных на поверхности тел вращения, можно проводить образующую (прямую) или окружность (параллель).

Нужно помнить, что при применении, например, фронтально-проецирующей плоскости, на горизонтальной плоскости проекций получается фигура, подобная основанию геометрического тела. Если проекция точки располагается на невидимой плоскости геометрической фигуры, то ее следует обозначать зачерненным кружочком.

Для построения проекций точки A на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций Π_1, Π_2, Π_3 проводят проецирующие прямые, перпендикулярные соответствующим плоскостям проекций. Плоскость Π_1 называется фронтальной, плоскость Π_2 – горизонтальной, плоскость Π_3 – профильной плоскостями проекций. Плоскости проекций при пересечении образуют оси проекций (координат) Ox, Oy, Oz (рис. 71, а). Точки пересечения проецирующих прямых A', A'', A''' с плоскостями будут проекциями точки A . Комплекс-

ный чертеж получается поворотом плоскостей Π_2 и Π_3 на 90° до совмещения с плоскостью Π_1 , которая остается неподвижной (рис. 71, б).

Расстояние точки A до всех плоскостей проекций в единицах длины называется координатами точки A и обозначается $A(x, y, z)$. Координата x (абсцисса) определяет расстояние от точки A до профильной плоскости Π_3 , координата y (ордината) – до фронтальной плоскости Π_2 , координата z (аппликата) – до горизонтальной плоскости Π_1 . Точка может располагаться в пространстве или принадлежать какой-либо из плоскостей проекций. В этом случае одна из ее проекций совпадает с самой точкой, а две другие будут находиться на соответствующих осях координат.

Пример выполнения задания 4 показан на рис. 71, 72.

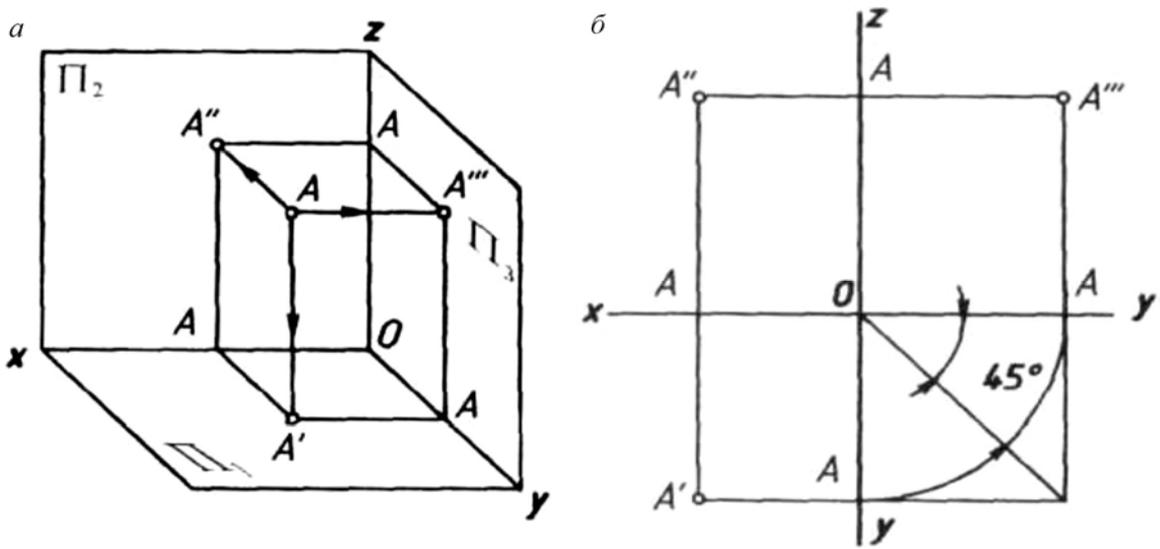


Рис. 71. Плоскости проекций (а) и комплексный чертеж (б)

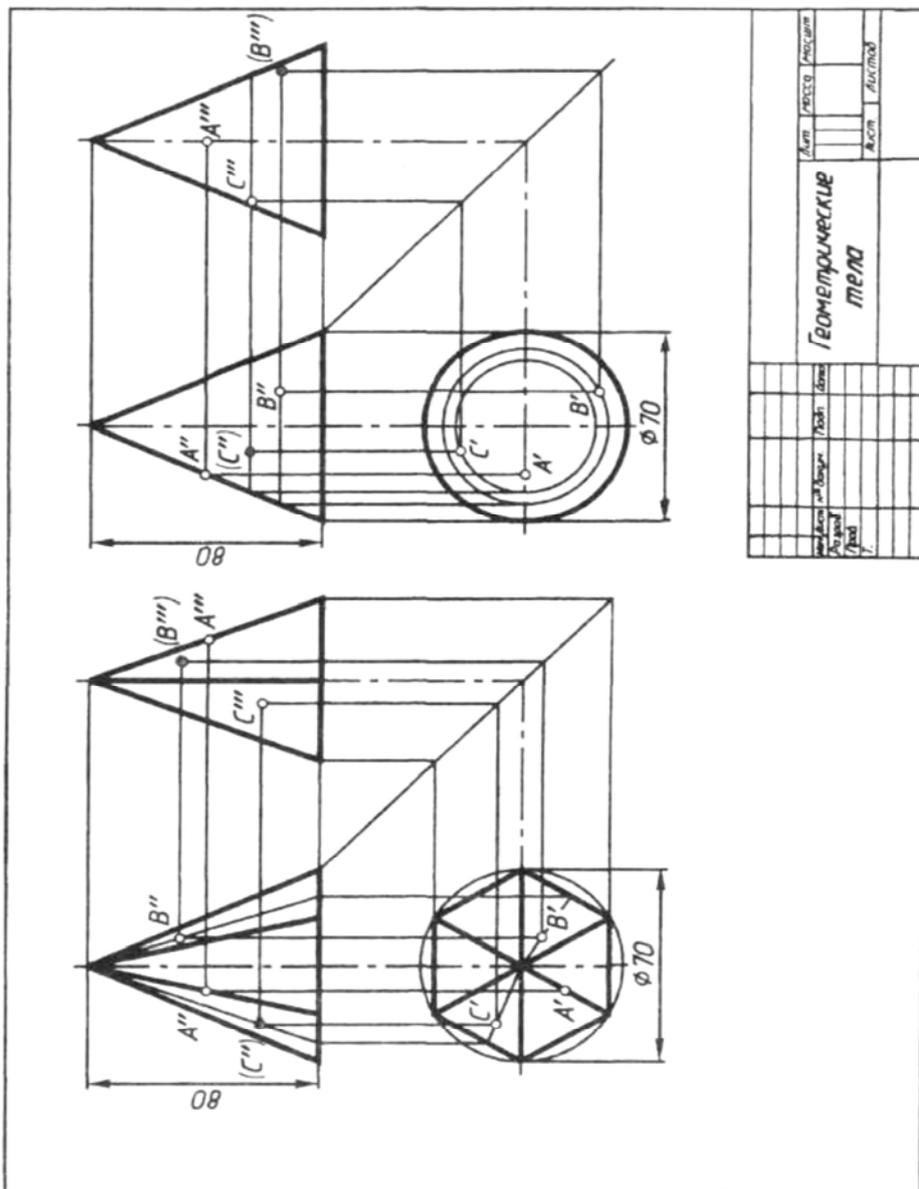
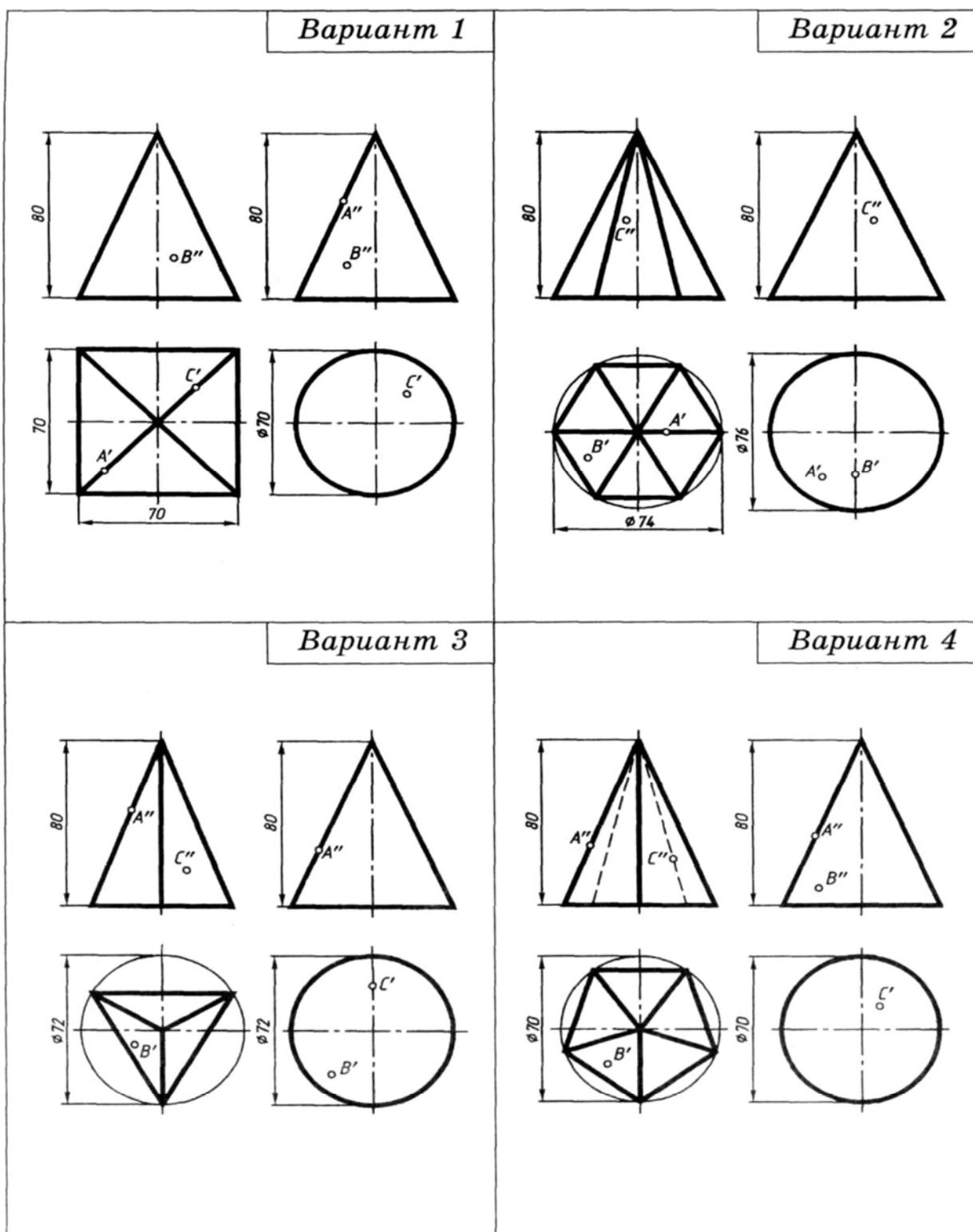


Рис. 72. Проекция точек



Графическая работа № 6 Построение третьей проекции

Содержание работы

На листе чертежной бумаги формата А3 по двум заданным видам деталей построить третий вид. Вычертить аксонометрическую проекцию, нанести размеры.

Методические рекомендации

Вид – изображение обращенные к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Для сокращения количества изображений допускается на видах показывать невидимые части поверхности предмета штриховыми линиями.

При решении задачи на построении третьего вида необходимо мысленно расчленить деталь на отдельные составляющие части, установить форму каких геометрических тел они имеют, затем вычертить их на чертеже, определить видимость. Предложенную задачу можно решать на клетчатой бумаге или миллиметровке.

Графическая работа № 7. Пересечение пирамиды плоскостью

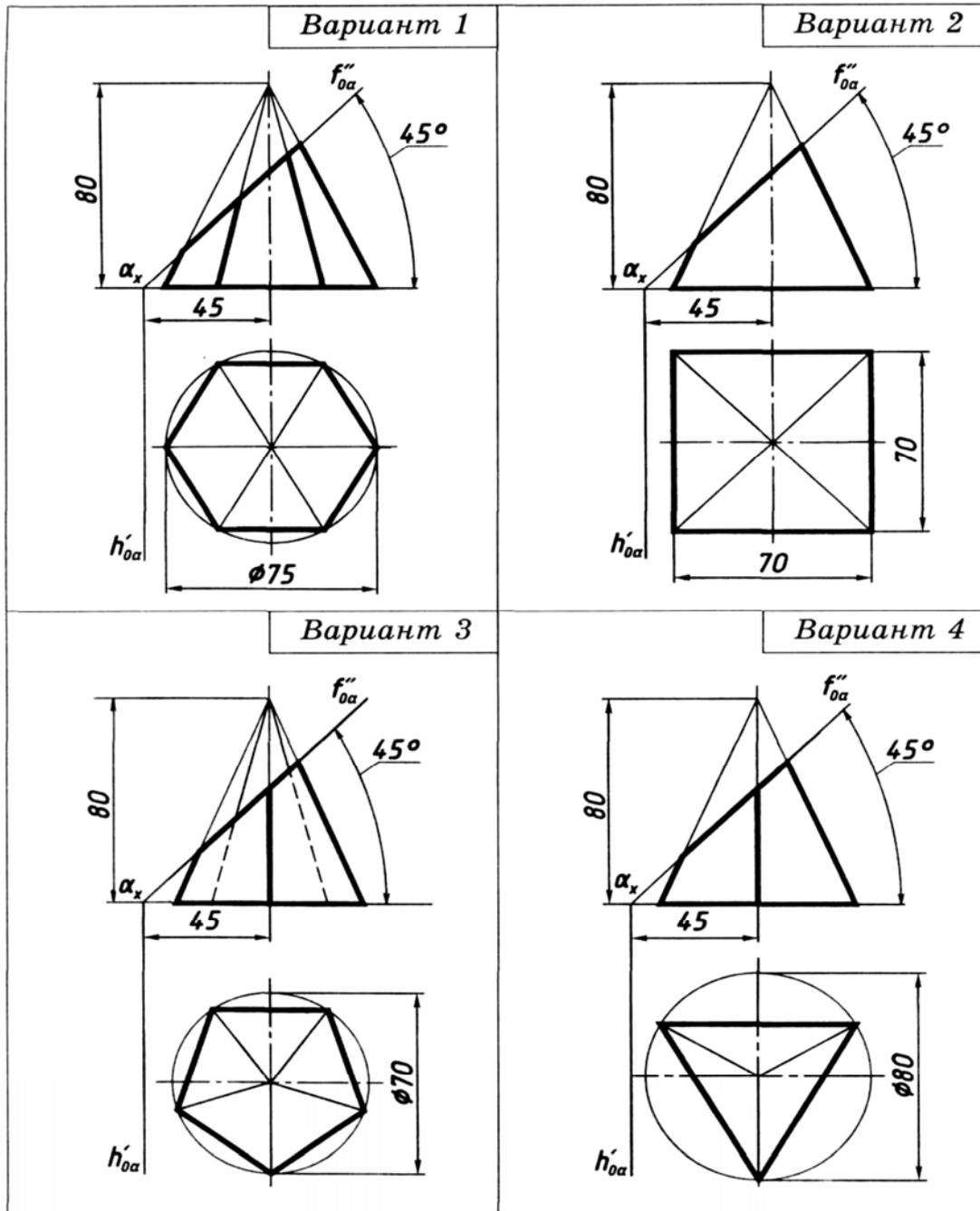
Содержание работы

По фронтальной и недостроенной горизонтальной проекциям на формате А3 построить три проекции, аксонометрическую проекцию (изометрию) и развертку усеченной пирамиды. Методом вращения определить натуральную величину сечения. В задании фронтальная проекция геометрического тела дана законченной, верхняя (отсеченная) часть показана в сплошных тонких линиях. Горизонтальную проекцию следует достроить, а затем построить профильную проекцию с проекцией фигуры сечения, определить истинную величину сечения (для построения развертки поверхности усеченного тела).

Методические рекомендации

При пересечении поверхности геометрического тела плоскостью получают сечение – плоскую фигуру, образованную линией пересечения, все точки которой принадлежат и секущей плоскости, и поверхности тела. Если поверхность тела пересекается проецирующей плоскостью, то одна проекция линии пересечения проецируется в прямую линию, совпадающую со следом плоскости ($h'Oa$ – рис. 73). В задании поверхности пирамид пересекаются фронтально-проецирующей плоскостью, следовательно, фронтальной проекцией линии пересечения будет прямая линия.

Проекции линии пересечения строят по точкам, полученным методом проецирования точек, которые соединяют ломаной (или кривой – при пересечении тел вращения) линией. При пересечении пирамиды в сечении образуется многоугольник, вершины которого получают как точки пересечения ребер многогранника секущей плоскостью.



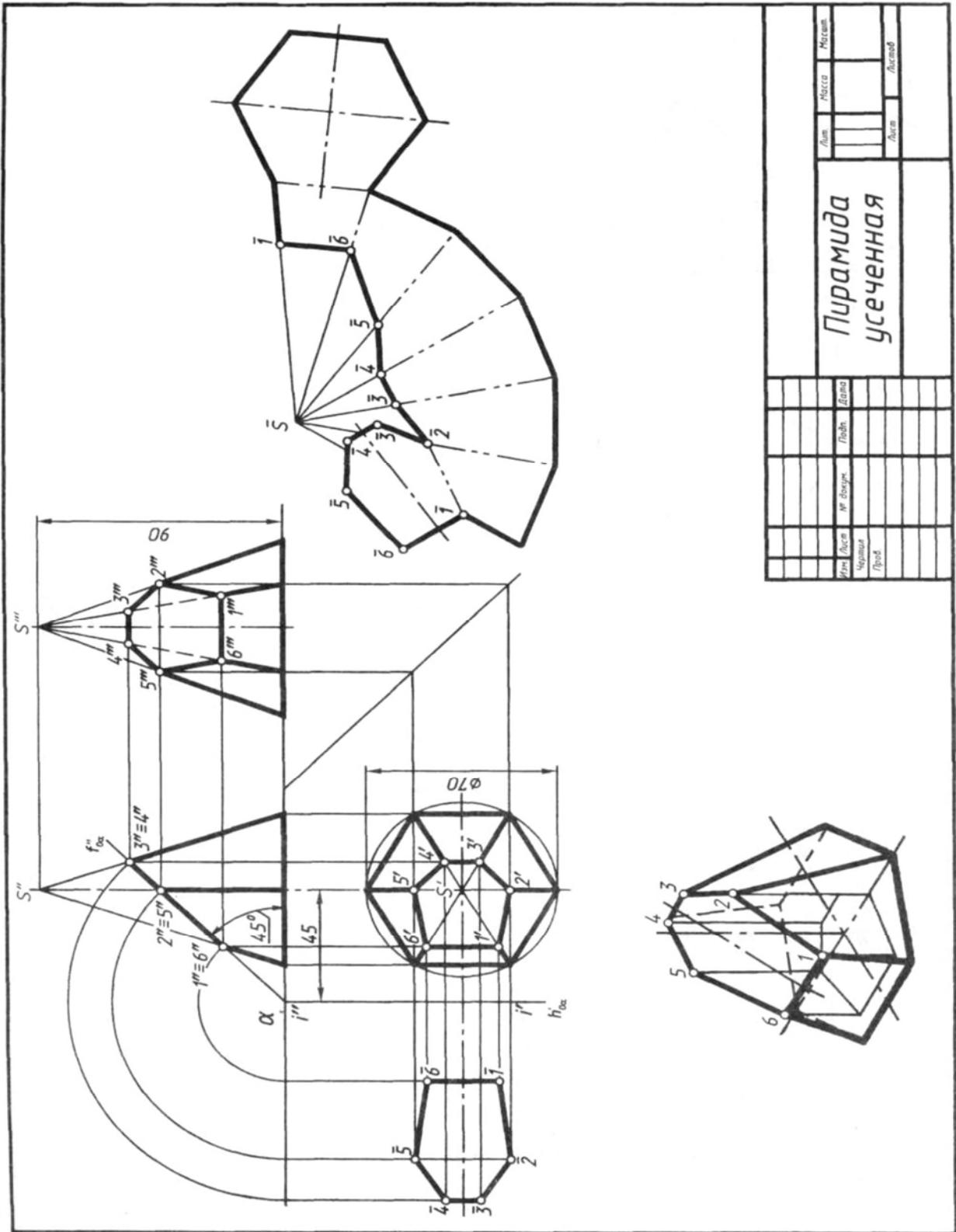
В условиях задания даны фронтальная и горизонтальная проекция геометрического тела, а также положение секущейся плоскости. В задании горизонтальные проекции боковых ребер пирамиды вычерчены тонкими линиями.

Необходимо обратить внимание на то, что в условии задачи фронтальная проекция геометрического тела дана законченной, верхняя отсечённая часть тела показана на чертеже для дополнения изображения сплошными тонкими линиями.

Следует вычертить три проекции геометрического тела, построить проекции фигуры сечения, определить ее действительную величину.

Действительная величина фигуры сечения необходима для построения развёртки поверхности усечённого тела и может быть определена одним из методов преобразования проекций.

В аксонометрии точки линии пересечения строятся по их координатам.



Имя	Лист	№ докум.	Полн.	Дата
Фамилия	Лист	№ докум.	Полн.	Дата
Город	Лист	№ докум.	Полн.	Дата
Лист	Листа	Масштаб		
Лист	Листа	Масштаб		
Пирамида усеченная				

Рис. 73. Пирамида усеченная

Графическая работа № 8. Пересечение геометрических тел

Содержание работы

На листе чертежной бумаги формата А3 по двум заданным проекциям геометрических тел вычертить профильную проекцию. Построить проекции линии пересечения поверхностей геометрических тел, определить видимость. Выполнить аксонометрическую проекцию. Нанести размеры.

Методические рекомендации

При пересечении поверхностей геометрических тел образуется линия пересечения, все точки которой принадлежат обеим поверхностям.

Построение проекции пересечения сводится к нахождению ряда общих точек для обеих поверхностей. Общим способом построения проекций линии пересечения двух поверхностей является способ вспомогательных секущих плоскостей.

Но в ряде частных случаев проекции линии пересечения двух поверхностей можно построить, не используя способа вспомогательных секущих плоскостей. Такими поверхностями могут быть призматические или цилиндрические поверхности.

В случаях пересечения поверхностей многогранников линия пересечения будет представлять собой ломаную линию. Для построения точек её излома необходимо определить точки пересечения рёбер одного многогранника с гранями другого.

Решить вопрос о видимости отдельных участков линии пересечения. При этом следует руководствоваться следующими соображениями: участки линии пересечения будут видимы в том случае, когда они расположены на видимых частях обеих поверхностей.

В аксонометрической проекции точки линии пересечения поверхностей могут быть построены по их координатам

Многие промышленные и строительные сборочные единицы представляют собой комбинации геометрических тел, поверхности которых пересекаются. При этом образуется линия пересечения, все точки которой принадлежат обеим

поверхностям. Построение проекций линии пересечения основано на нахождении общих точек для обеих поверхностей. Общим методом построения проекций линии пересечения является метод вспомогательных секущих поверхностей. В ряде случаев проекции линии пересечения можно получить, не используя вспомогательные секущие поверхности. Такое возможно, если одна или обе пересекающиеся поверхности являются проецирующими. Это относится к призматическим и цилиндрическим поверхностям.

Если обе пересекающиеся поверхности являются проецирующими, то две проекции линии пересечения должны совпадать с вырожденными проекциями поверхностей. В этом случае по двум имеющимся проекциям точек линии пересечения находится третья проекция этих точек.

Последовательность решения задач на построение линии пересечения поверхностей двух геометрических тел:

1) по условиям задачи установить, какие геометрические тела пересекаются и как располагаются их пересекающиеся поверхности относительно плоскостей проекций;

2) определить проецирующие поверхности и выделить на чертеже их вырожденные проекции;

3) выбрать способ построения проекций точек линии пересечения;

4) при пересечении поверхностей многогранников линия пересечения будет ломанной. Для построения точек излома нужно определить точки пересечения ребер одного многогранника с гранями другого;

5) определить последовательность соединения найденных проекций точек линии пересечения;

6) определить видимость участков линии пересечения. Участки линии пересечения будут видимы, если они расположены на видимых частях поверхностей;

7) последовательно соединить точки линии пересечения ломаной линией;

8) определить наличие и видимость ребер геометрических тел.

Пример выполнения задания 7 показан на рис. 74.

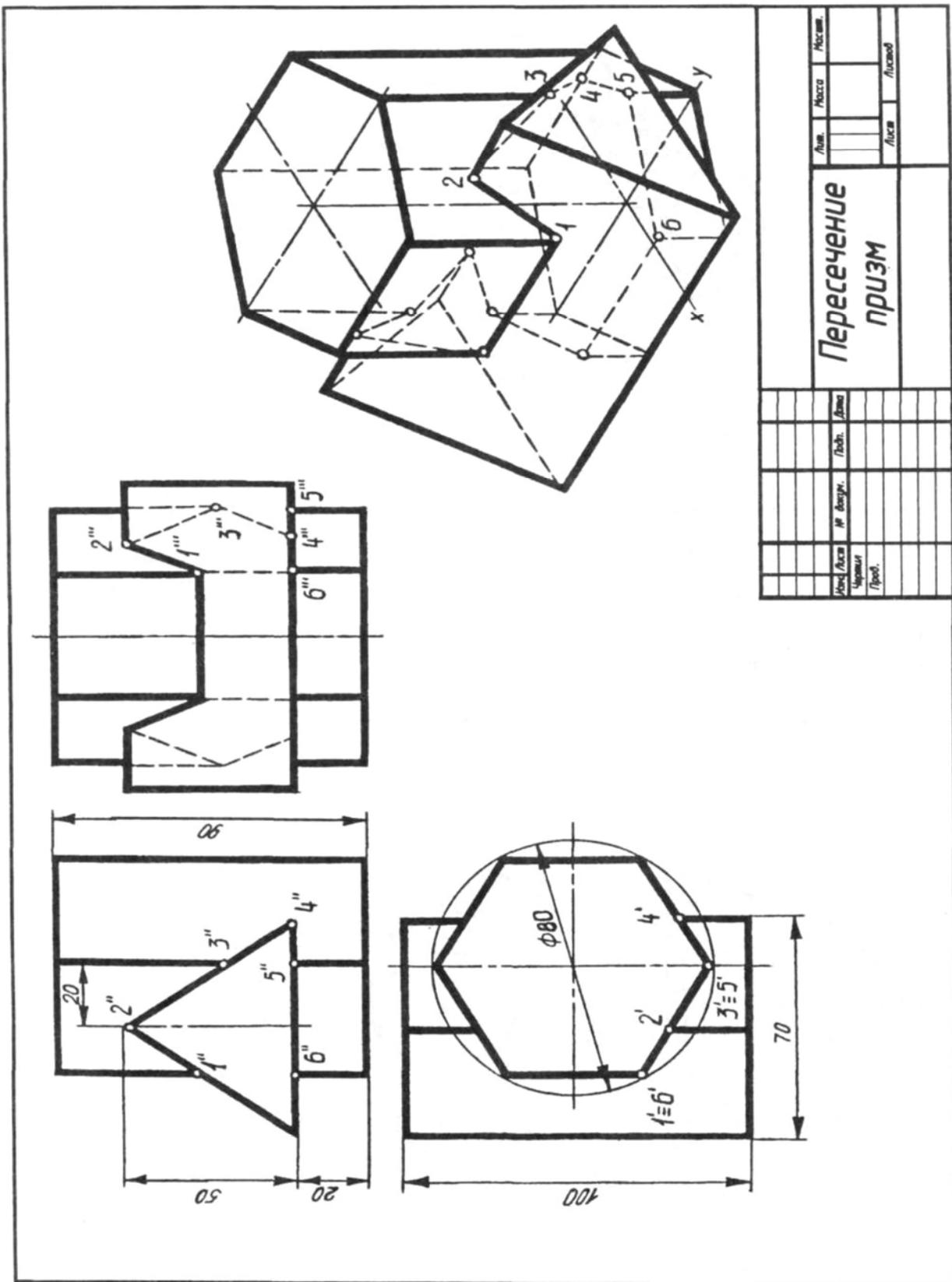
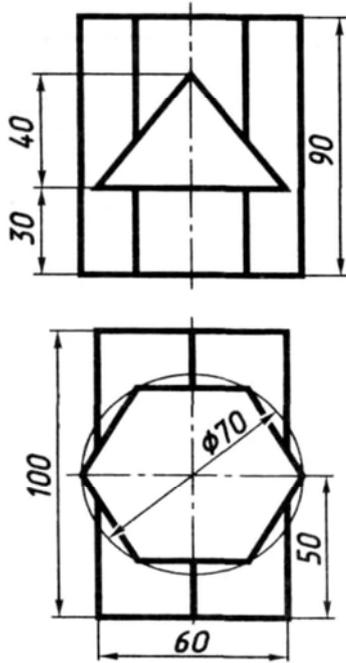
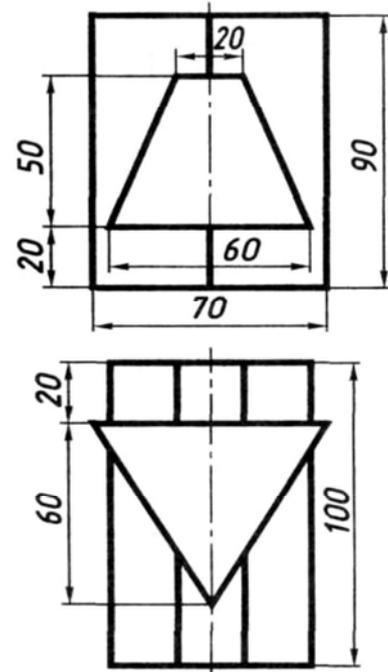


Рис. 74. Пересечение призм

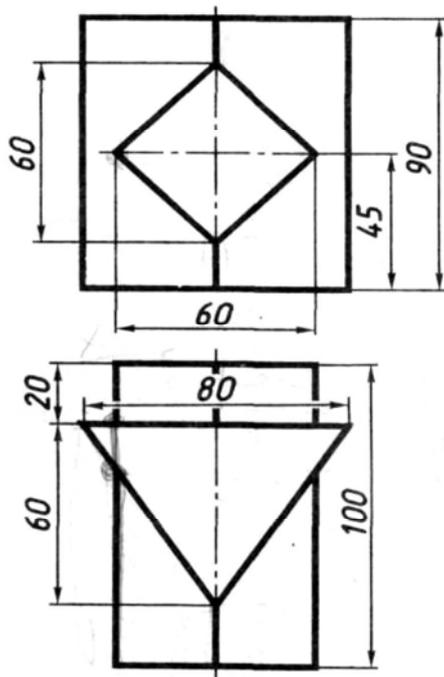
Вариант 1



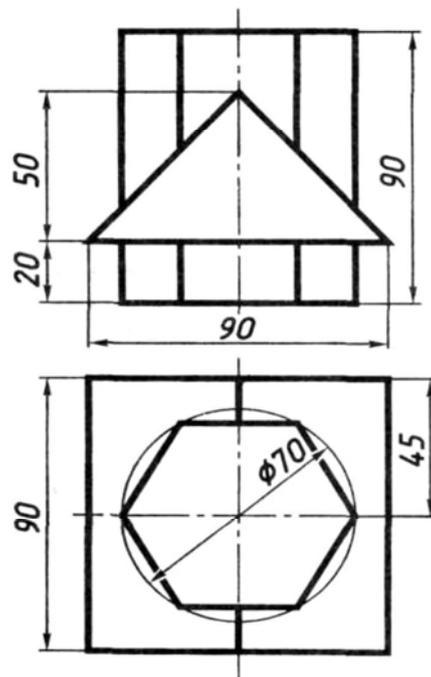
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



Графическая работа № 9. Аксонометрия

Содержание работы

На листе чертежной бумаги формата А3 по двум заданным видам деталей построить вид сверху. Вычертить аксонометрическую проекцию. Нанести размеры.

Методические рекомендации

Предложенную задачу можно решать на клетчатой бумаге или миллиметровке.

Вид – изображение обращенные к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Для сокращения количества изображений допускается на видах показывать невидимые части поверхности предмета штриховыми линиями.

Виды бывают основные, дополнительные, местные.

Графическая работа № 10. Технический рисунок

Содержание работы

На листе чертежной бумаги формата А4 выполнить от руки технический рисунок объекта по выбору студента и по согласованию с преподавателем. Нанести светотень.

Методические рекомендации

Технический рисунок – это наглядное изображение деталей, изделия, предмета, узла, выполненное по правилам аксонометрических проекций от руки с соблюдением глазомерной пропорции (рис. 75).

Объемная форма предмета на техническом рисунке выявляется посредством светотени, выполненной при помощи штриховки, шраффировки и т.д., при этом считают, что лучи света падают на предмет справа и сверху.

Умение правильно выполнять и читать чертежи вырабатывается в результате овладения навыками черчения. Эти знания, умения и навыки необходимы при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин, а также в практической дизайнерской деятельности.

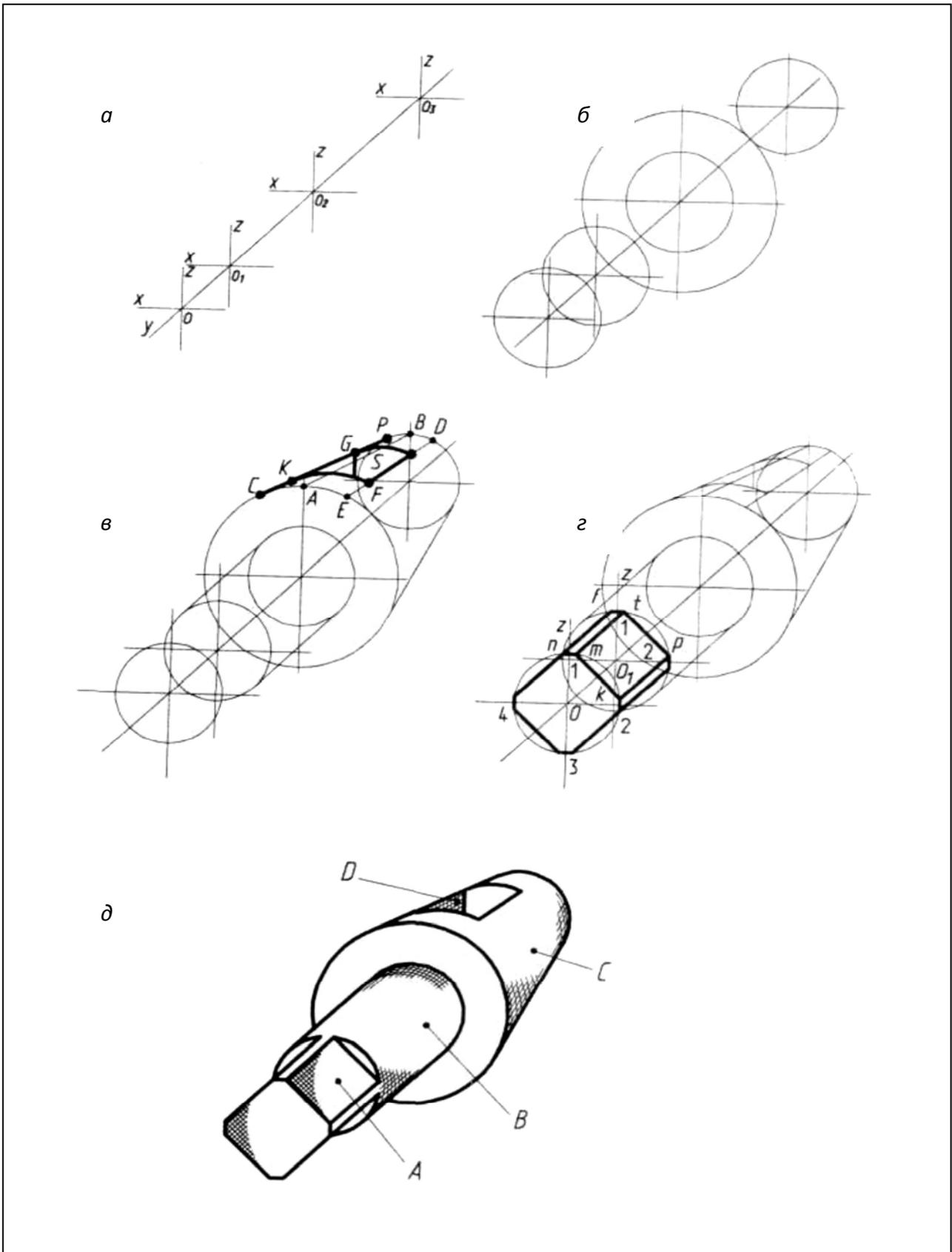


Рис. 75. Технология выполнения технического рисунка

На формате А4 выполнить технический рисунок деревянного конструктивного узла по его ортогональным проекциям. Пример выполнения технического рисунка показан на рис. 76.

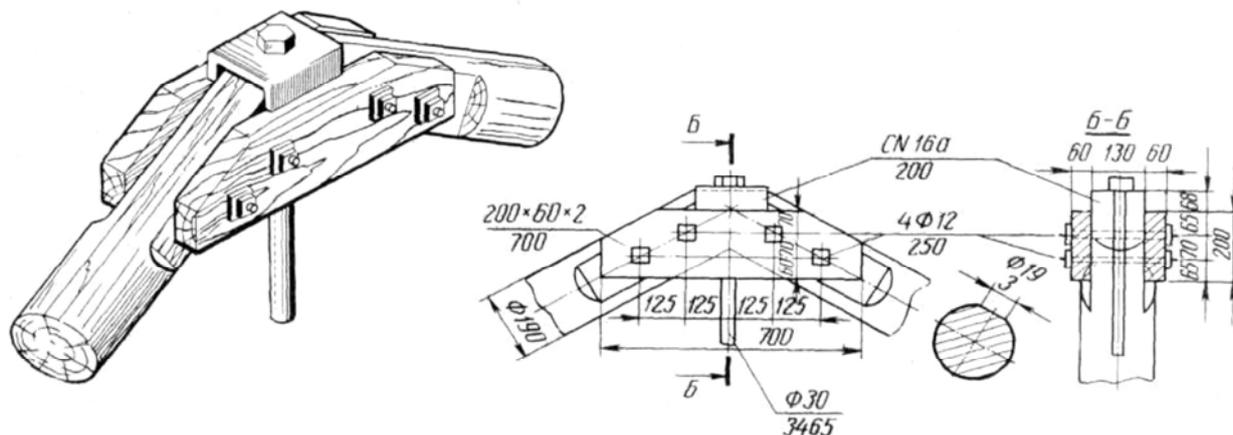


Рис. 76. Деревянный конструктивный узел

При изображении деревянных изделий на торцевой поверхности 1 проводят тонкие линии, расходящиеся от центра, а вокруг центра – концентрические окружности (рис. 77). На обработанных поверхностях 2 и 3 наносят штриховку для горизонтальных и вертикальных разрезов древесины, на необработанной поверхности 4 штриховкой вдоль оси оттеняют рельеф.

Для шаровых поверхностей рельеф изображается с помощью окружностей или эллипсов, которые проводятся вокруг заданного центра (рис. 77). От расположения центра зависит зрительное восприятие рисунка.

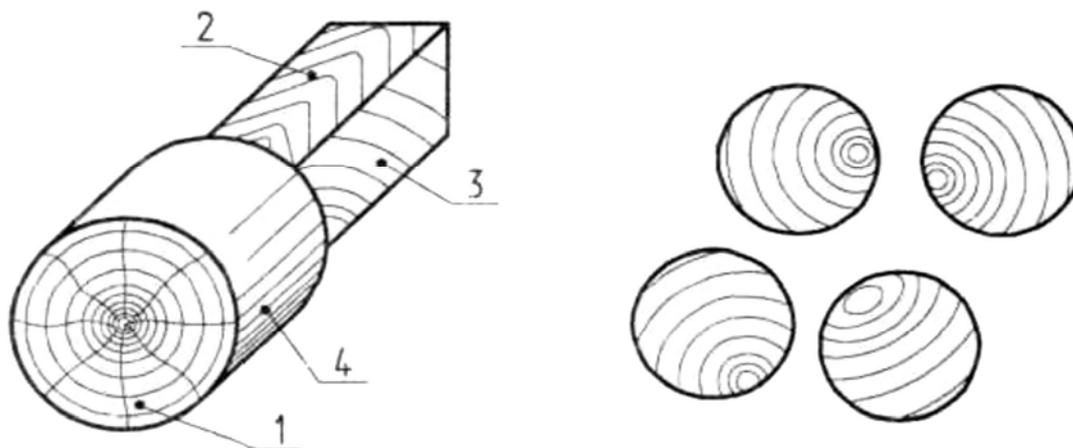


Рис. 77. Технические рисунки деревянного изделия и шара

На рис. 78 показано распределение светотеней на усеченной пирамиде и шаре, приемы штриховки и шраффировки объемных форм на техническом рисунке.

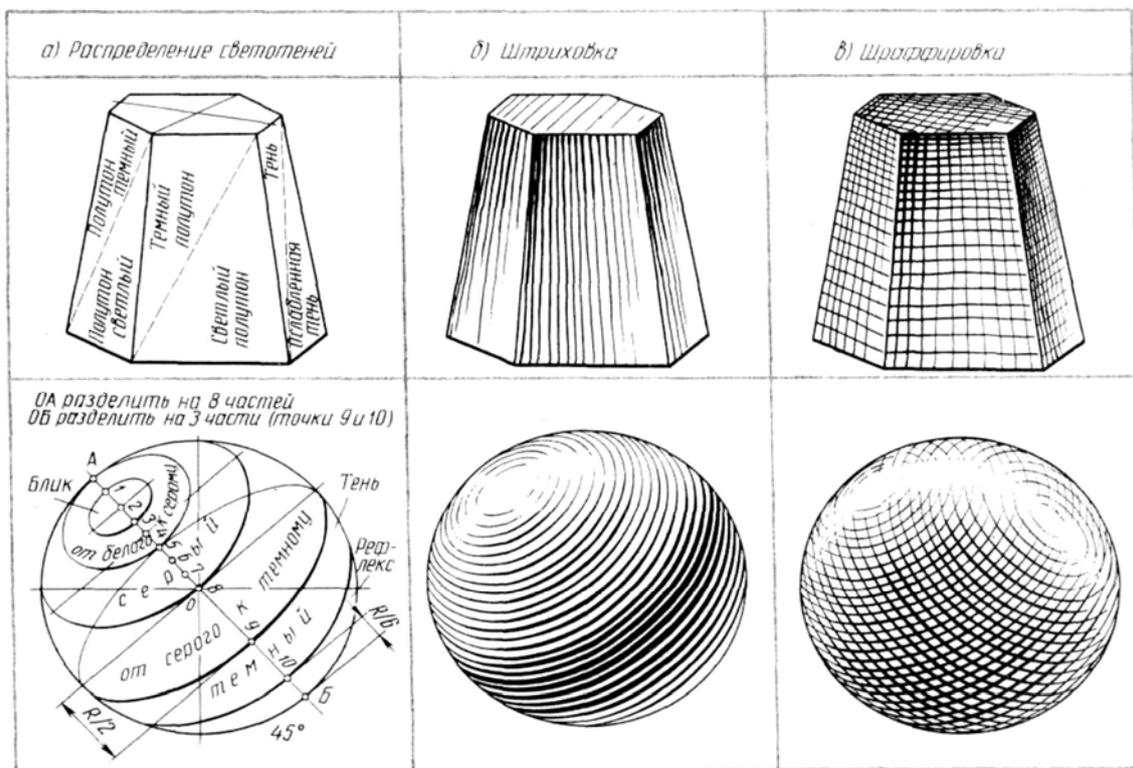


Рис. 78. Распределение светотеней, штриховка и шраффировка

Графическая работа № 11. Архитектурные обломы, профили

Архитектурные обломы — это пластические детали, имеющие различные очертания своего профиля-разреза по вертикали. Обломы могут быть прямолинейными (полка, плинт и т.д.) и криволинейными, которые в свою очередь могут быть простыми (вал, валик, выкружка) и сложными (гусек, каблучок, скоция и т.д.). Архитектурные профили являются обязательными составляющими карнизов, капителей, баз и применяются согласно выработанным правилам.

На формате А4 выполнить копию применяемых в архитектурном проектировании архитектурных обломов (рис.79).

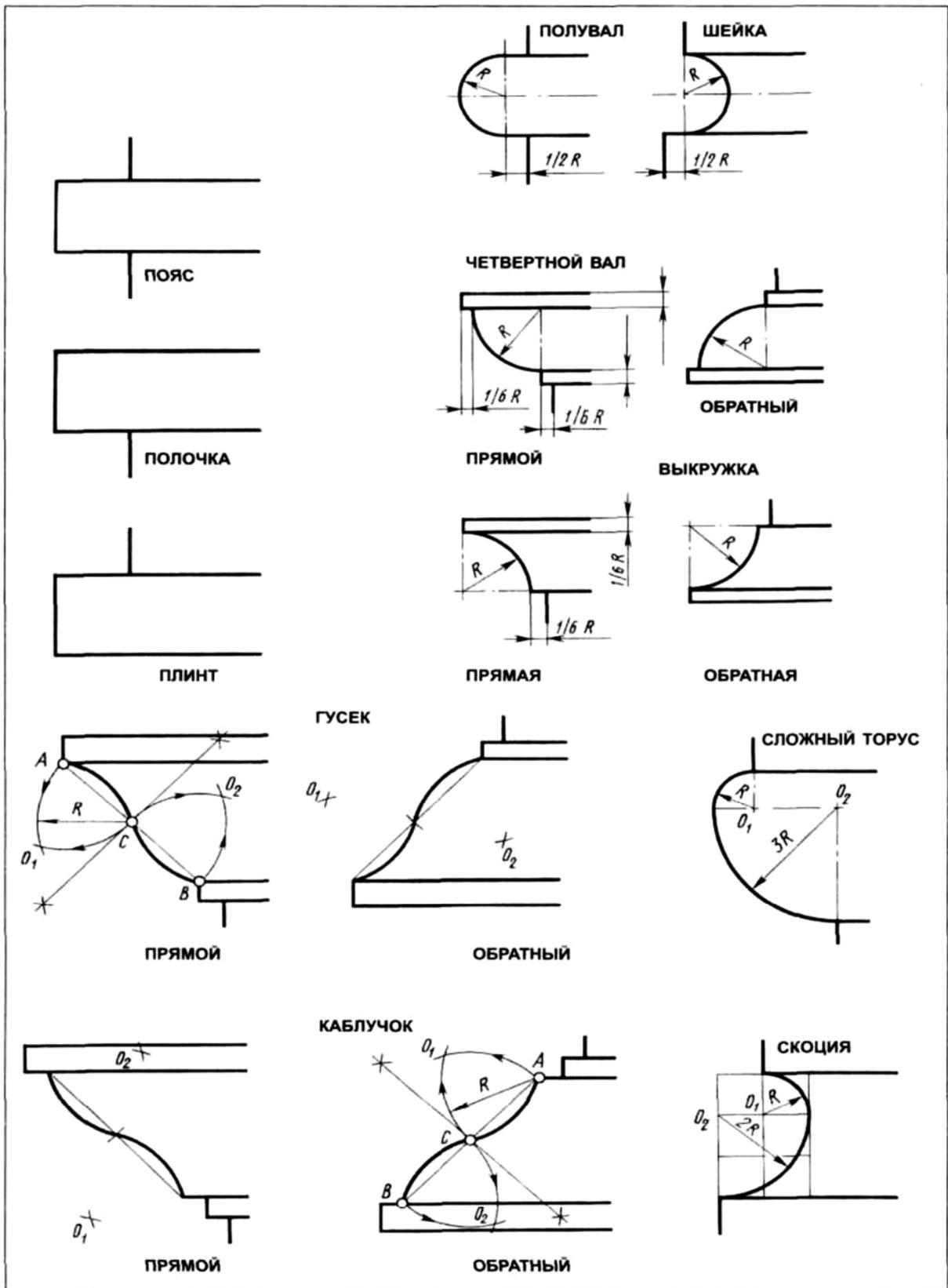


Рис. 79. Архитектурные обломы

Графическая работа № 12. Планы зданий

Содержание работы

На формате А3 выполнить чертежи последовательного построения плана здания в масштабе М 1 : 100. Располагать изображения лучше по длинной стороне формата.

Методические рекомендации

Индустриализация строительства превращает строительное производство в поточный механизированный процесс монтажа зданий и сооружений из сборных конструкций и деталей. Сборными называют элементы, изготавливаемые на строительных комбинатах и доставляемые к месту монтажа в готовом виде.

Расположение объемно-планировочных элементов здания в пространстве осуществляют посредством модульной трехмерной пространственной координатной системы модульных плоскостей. Расстояния между плоскостями принимают кратными основному или производному модулю. Линии пересечения модульных плоскостей являются модульными координационными осями. Эти оси проводят на плане по основным несущим конструкциям здания. Координационные оси применяют при разбивке здания на местности.

Расстояние между разбивочными (координационными) осями на плане здания называется **шагом**. Шаг может быть продольным или поперечным. Расстояние между координационными осями в направлении пролета основной несущей конструкции перекрытия (прогон, ригель или ферма) называется **пролетом**. Пролет может совпадать с шагом (рис. 80). Конструктивным элементом здания называется отдельная самостоятельная конструкция, например, панель перекрытия, железобетонный ригель, стойка каркаса и т.п. (рис. 80). Размеры конструктивных элементов делят на координационные и конструктивные. **Координационным размером l_0** является модульный размер, определяющий границы координационного пространства в одном направлении (рис. 80). **Конструктивным размером l** является проектный размер строительной конструкции.

Размеры объемно-планировочных и конструктивных элементов зданий и сооружений должны быть кратны **модулю**. Величина основного модуля прини-

мается равной 100 мм. Модули бывают укрупненные и дробные и образуются умножением основного модуля на целые или дробные числа.

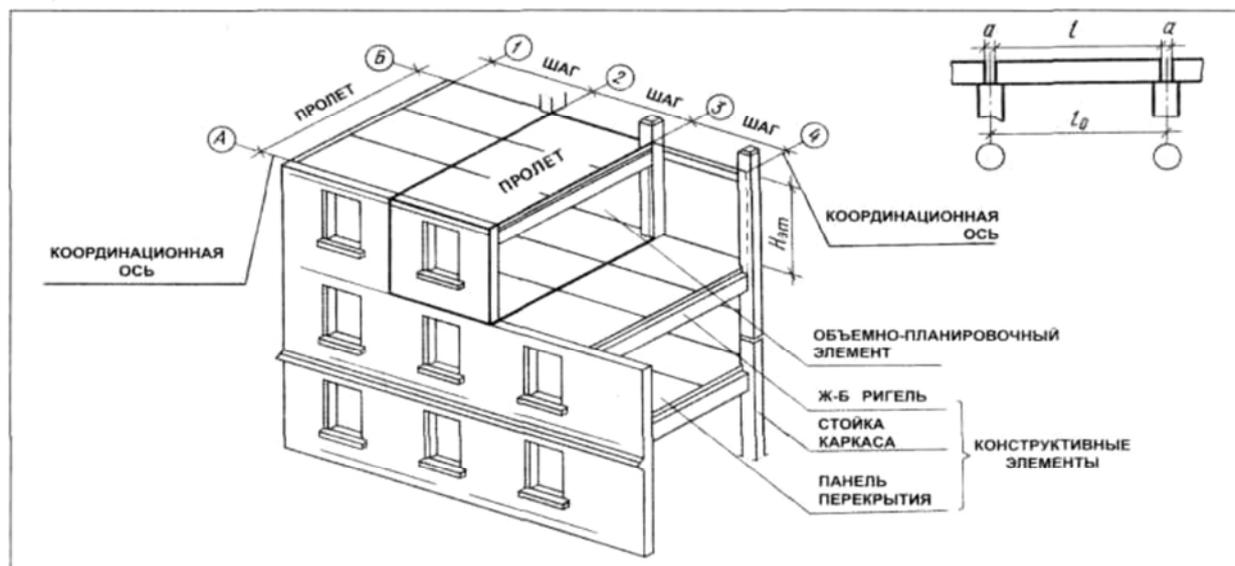


Рис. 80. Основные размеры здания

В строительных чертежах есть особенности в использовании типов линий. На плане и разрезе зданий видимые линии проводят линиями различной толщины. Сплошной основной линией обводят контуры частей стен, попадающих в секущую плоскость. Контуры стен, не попавших в секущую плоскость, обводят тонкой линией (рис. 81).

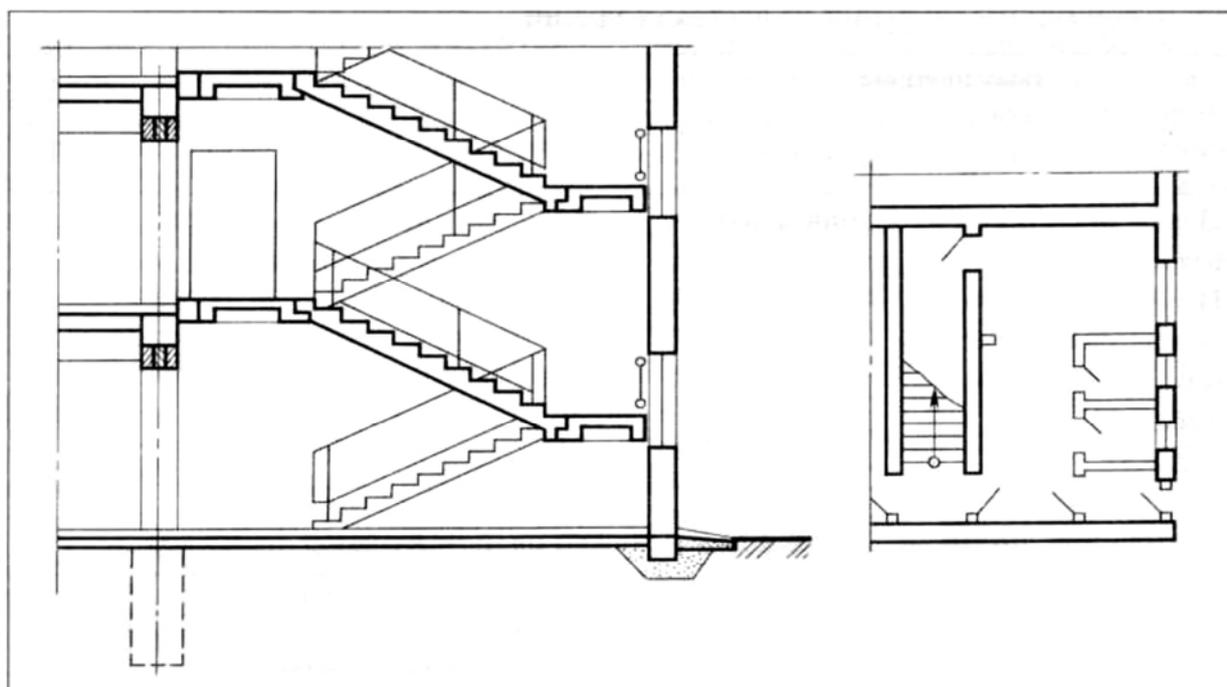


Рис. 81. Линии чертежей разреза и плана здания

Графическая работа № 13. Разрез здания

Содержание работы

На двух листах формата А4 выполнить чертежи координационных размеров и привязки стен к координационным осям. На листах поместить поясняющие надписи чертежным шрифтом с минимальным размером строчных букв 3,5.

Методические рекомендации

Расположение и взаимосвязь элементов зданий координируют привязкой к пространственной прямоугольной системе координационных плоскостей и линий. Привязка определяется расстоянием от координационной оси здания до координационной плоскости или до геометрической оси элемента. Привязка осуществляется по правилам Толщину вспомогательных линий принимают следующей:

- рамки форматов, основных надписей, таблиц, спецификаций – 0,8 мм;
- кружки для нумерационной маркировки узлов (внутренние линии) – 0,8 мм;
- маркировочные кружки модульных координационных осей – 0,3-0,4 мм.

Размеры в миллиметрах на строительных чертежах проставляют без указания единиц измерения. Размеры в других единицах оговаривают в примечании к чертежам. Размерные линии ограничивают засечками длиной 2-4 мм с наклоном вправо от размерной линии под углом 45° и толщиной сплошной основной линии. Размерные линии должны выступать за крайние выносные линии на 1-3 мм.

Выносная линия может выступать за размерную на 1–5 мм. Расстояние от контура чертежа до первой размерной линии не менее 10 мм. Размерную линию на строительных чертежах ограничивают стрелками при указании диаметров, радиусов, углов, а также при нанесении от общей базы, располагаемых на общей размерной линии.

Задание 12 рекомендуется выполнять в такой последовательности:

- 1) наносят координационные оси штрихпунктирными линиями. Для маркировки осей на стороне здания с большим их числом применяют арабские

цифры, на стороне здания с меньшим числом осей для маркировки используют прописные кириллические буквы;

2) прочерчивают тонкими линиями контуры продольных и поперечных наружных, а также капитальных внутренних стен и колонн;

3) выполняют разбивку дверных и оконных проемов, обводят контуры капитальных стен и перегородок линиями нужной толщины). Вычерчивают условные обозначения лестниц, санитарно-технического и другого оборудования, показывают направление открывания дверей.

Архитектурный разрез служит для выявления композиционных сторон внутренней архитектуры. На разрезе отметками показывают высоту помещений, оконных и дверных проемов, цоколя и других архитектурных элементов. Толщину чердачного перекрытия, конструкцию крыши и фундамента не показывают.

Конструктивный разрез является рабочим чертежом проекта. На разрезе показывают конструктивные элементы здания, наносят необходимые размеры и отметки. Проемы и лестницы изображают условными обозначениями. Рекомендуется применять простые разрезы одной плоскостью. Секущая плоскость должна проходить по наиболее важным в конструктивном и архитектурном отношении частям здания – по оконным и дверным проемам, по лестничным клеткам, балконам, лифтовым шахтам и т.д. Марш лестницы, попавшей в разрез, обводят линией большей толщины, чем контур марша, не попавший в разрез. Секущая плоскость не должна проходить через колонны, стойки, вдоль балок стен и перегородок. Поэтому контуры фундаментов под колоннами показывают линиями невидимого контура. На конструктивных разрезах рекомендуется изображать не все элементы за секущей плоскостью, а только те, которые находятся в непосредственной близости к ней.

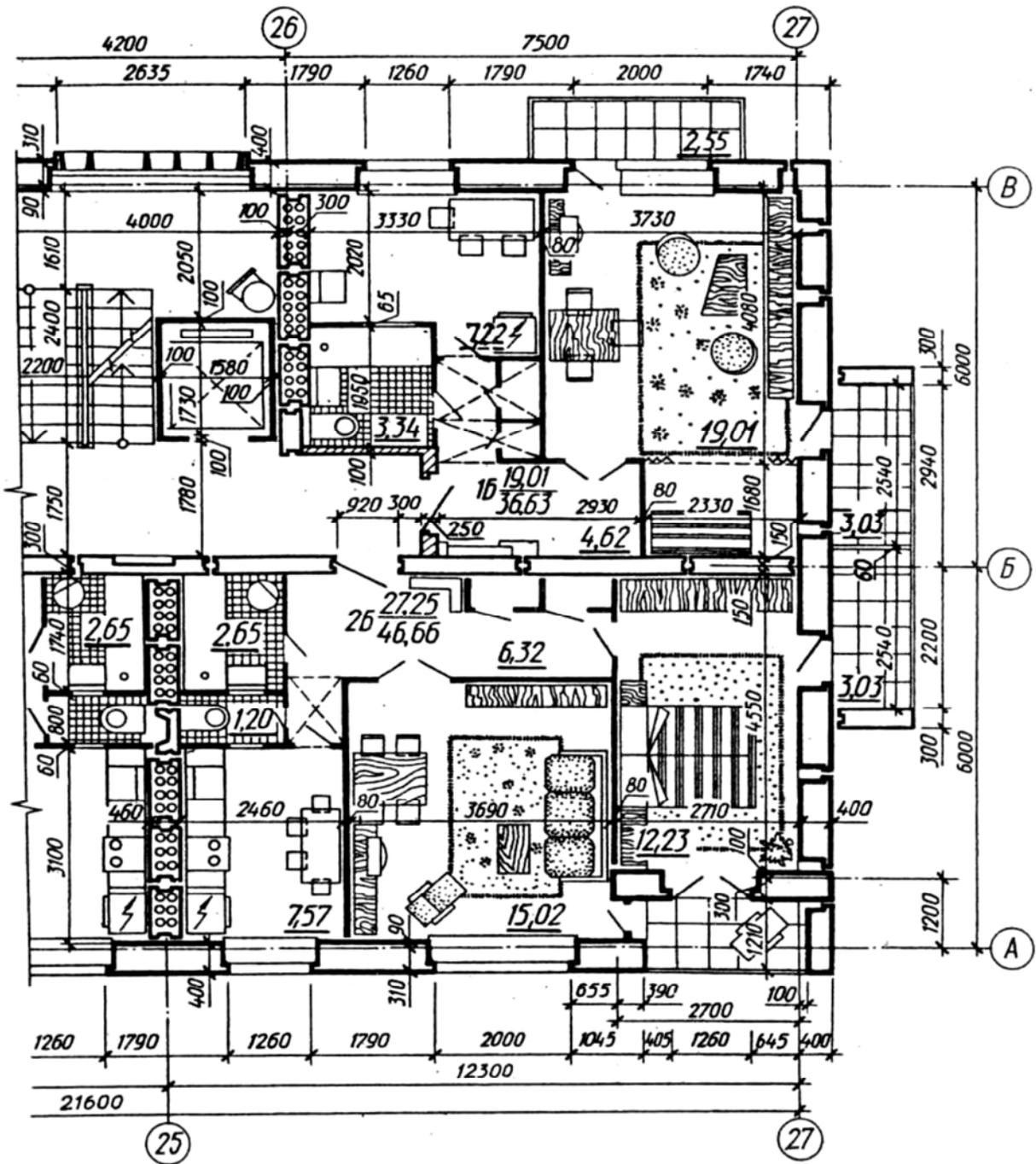


Рис. 82. Фрагмент плана здания с постановкой мебели

Графическая работа № 14. Фасад здания

Содержание работы

На формате А3 в масштабе М 1 : 100 выполнить архитектурный и конструктивный разрезы здания.

На формате А3 В масштабе М 1 : 100 вычертить фасад здания, нанести светотень. Основание здания разместить по короткой стороне формата.

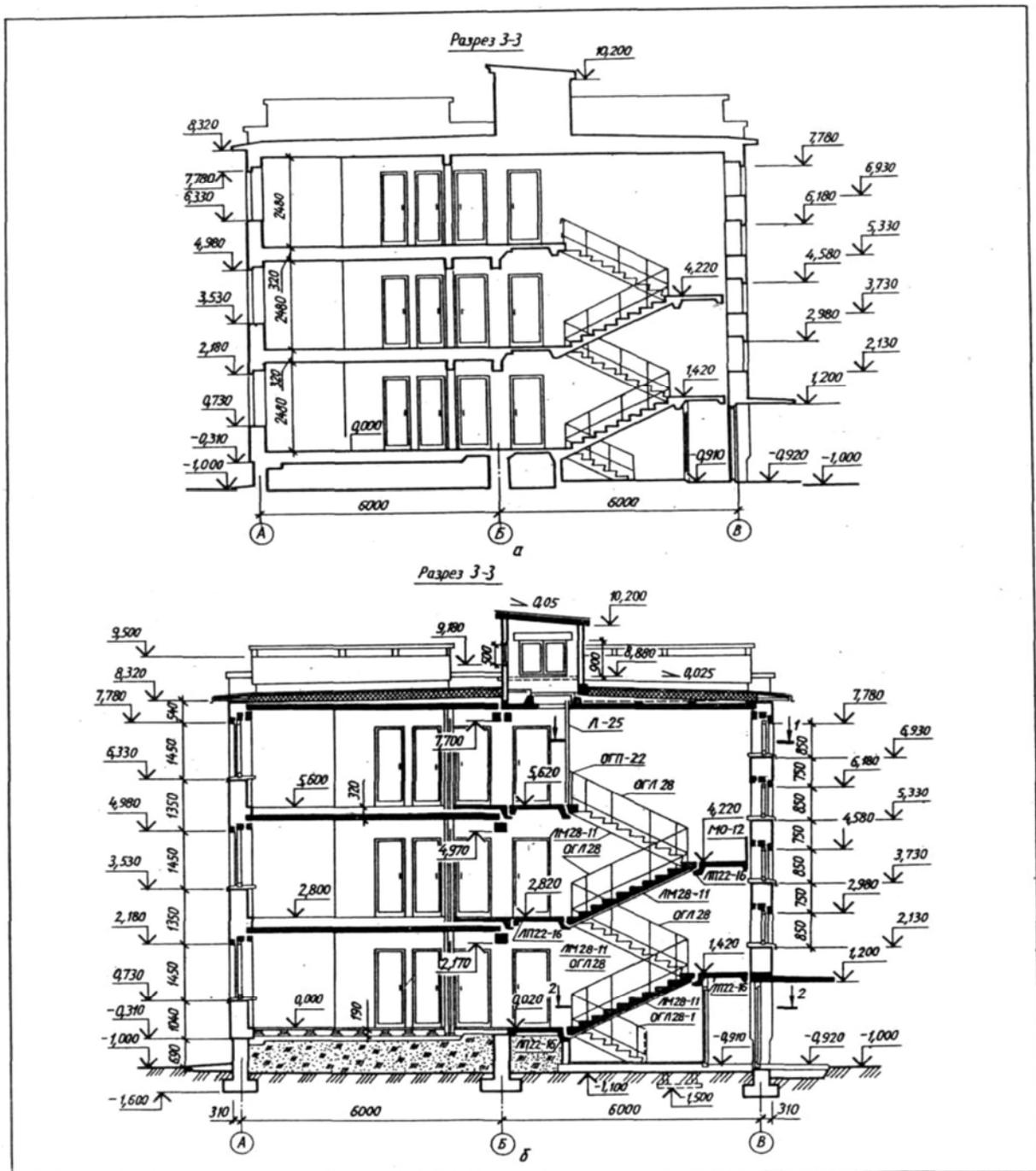
Методические рекомендации

Фасады – изображения внешнего вида здания в ортогональных проекциях. Чертеж фасада дает представление об архитектурной композиции здания, его силуэте. Различают главный фасад, дворовый фасад и боковые или торцовые фасады. Главным считается фасад со стороны улицы или площади. При сложной конфигурации здания, фасады, находящиеся в разных плоскостях, изображают на отдельных чертежах.

Наименование фасада определяется по крайним координационным осям, между которыми располагается чертеж фасада. Наименование пишут над изображением.

На чертежах фасадов желательно указывать деформационные швы, пожарные лестницы, наружные водосточные трубы, пандусы и т.п. Участки стен из материала, отличающегося от основного материала здания, выделяют штриховкой. На чертеже фасада указывают характерные координационные оси (крайние, в местах уступов здания и перепадов высот). Размеры между координационными осями не проставляют. Указывают высотные отметки – уровня земли, входной площадки или ступени, верха стен, низа и верха проемов, низа железобетонных плит лоджий, балконов, козырьков над входами, карнизов, отметки конька крыш и верха труб. На фасадах обязательно изображают наружные пожарные и эвакуационные лестницы, примыкание галерей.

Исходными документами для компоновки и вычерчивания фасадов являются планы и разрезы здания. Предварительные построения выполняют тонкими линиями.



P

Рис. 83. Фасад здания

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Название раздела, темы	Кол-во часов на СРС	Задание	Форма выполнения	Цель или задача СРС
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Графическое формулирование чертежей	4	Линии чертежа	Чтение учебника	Первичное овладение знаниями
2	Тема 4. Позиционные задачи. Прямые линии и плоскости	2	Пересечение прямых линий с плоскостями	Выполнение упражнения по образцу	Закрепление знаний
3	Тема 5. Проецирование плоскости	2	Взаимное пересечение плоскостей. Линии пересечения	Выполнение упражнения по образцу	Закрепление знаний
4	Тема 6. Метрические задачи. Способы преобразования чертежа	4	Нахождение натуральной величины треугольника способом перемены плоскостей	Выполнение контрольной работы	Формирование умений
5	Тема 7. Многогранники	4	Пирамида и ее изображение на комплексном чертеже	Выполнение контрольной работы	Формирование умений
6	Тема 10. Аксонометрия плоских фигур, многоугольников, окружностей, объемных тел	4	Построение многоугольников	Выполнение контрольной работы	Формирование навыков
7	Тема 13. Технические рисунки. Выносные элементы	2	Технический рисунок геометрического тела	Рисунок	Подготовка к практическим занятиям

1	2	3	4	5	6
8	Тема 14. Архитектурно-строительное черчение	2	Освоение особенностей архитектурно-строительного черчения	Работа с конспектом лекций. Изучение нормативной документации	Первичное овладение знаниями
9	Тема 15. Планы зданий. Генплан	4	Проекции с числовыми отметками	Изучение нормативных документов	Закрепление знаний
10	Тема 16. Разрез здания. Привязка здания	2	Чертежи лестниц	Работа с конспектом лекций и учебником	Закрепление знаний
11	Тема 17. Фасад здания	2	Эскиз фасада одно-, двух-этажного здания	Выполнение упражнения по выбору студента	Закрепление знаний

3.2. Примерный перечень вопросов к зачету

1 семестр

1. Чертежные инструменты, их подготовка и использование.
2. Основная угловая надпись, заполнение граф.
3. Линии чертежа, их назначение.
4. Виды и типы шрифтов.
5. Размеры шрифтов, особенности построения букв и цифр.
6. Понятие масштаба, масштабы уменьшения и увеличения.
7. Форматы, правила их образования, рамки чертежа.
8. Правила нанесения размеров.
9. Методы проецирования, обозначение плоскостей проекций.
10. Комплексный чертеж, проецирование точки.
11. Проекция линий и плоских фигур на комплексном чертеже.
12. Проекция геометрических тел на комплексном чертеже.
13. Виды аксонометрических проекций, размерные коэффициенты по осям.
14. Методы построения овалов в изометрической проекции.
15. Методика построения геометрических тел в изометрической проекции.
16. Способы определения истинной величины сечения геометрических тел.
17. Виды разрезов, правила выполнения и обозначения разрезов.
18. Виды сечений и их отличие от разрезов.
19. Виды строительных чертежей.
20. Правила привязки стен зданий на строительных чертежах.
21. Отметки и масштабы строительных чертежей.
22. Размеры на строительных чертежах.
23. Разрезы зданий и простановка размеров.
24. Условные обозначения материалов на строительных чертежах.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1. Учебная программа

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Института современных знаний имени
А.М.Широкова

_____ А.Л. Капилов

01.07.2016

Регистрационный № УД-02-263 /уч.

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ЧЕРЧЕНИЕ

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности:

1-19 01 01 «Дизайн (по направлениям)», направления специальности:

1-19 01 01 - 02 «Дизайн (предметно-пространственной среды)»

1-19 01 01-06 «Дизайн (виртуальной среды)»

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программы по учебной дисциплине «Начертательная геометрия и черчение» (регистрационный номер ТД – С. 130 / тип. от 26. 02.2011 г.) и учебных планов по направлениям специальности: 1-19 01 01 - 02 «Дизайн (предметно-пространственной среды)»; 1 -19 01 01-06 «Дизайн (виртуальной среды)»

Составитель О. В. Кривенко, доцент кафедры дизайна, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ

Кафедрой дизайна

протокол № 11 от 29. 06.2016 г.

Научно-методическим советом Частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А.М.Широкова» (протокол № 4 от 30.06.2016 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Одной из основных учебных дисциплин, формирующих пространственное мышление и образное представление будущих дизайнеров, является дисциплина «Начертательная геометрия и черчение». Дизайнер в своей профессиональной деятельности реализует полученные в высшем учебном заведении знания в практической сфере проектирования.

Теоретической основой построения изображений на чертежах является начертательная геометрия – наука, разрабатывающая способы построения пространственных объектов на двумерной плоскости. С помощью методов начертательной геометрии решаются позиционные задачи – установление относительного положения объектов, метрические задачи – определение расстояний, углов, натуральных величин плоских фигур, построение разверток поверхностей.

Черчение развивает навыки применения начертательной геометрии к построению изображений на чертежах, дает знания об общих правилах оформления чертежей в соответствии с ГОСТ ЕСКД.

Цель изучения дисциплины – приобретение теоретических знаний и практических навыков в построении изображений различных геометрических форм на плоскости, а также умение читать и графически оформлять чертежи в соответствии с государственными стандартами.

Творческое отношение к работе является основой данной программы.

Задачи изучения дисциплины:

- освоить теоретический и практический курс проектирования на плоскости;
- раскрыть роль стандартизации;
- сформировать навыки выполнения линий чертежа, рамки, основной надписи и ее заполнения, понимания масштабов изображения;
- сформировать начальный навык владения чертежным шрифтом;
- научить правилам основных геометрических построений: деление окружности и отрезков; построение уклонов и конусности, обозначение их на чертеже; построение сопряжений;

- сформировать навыки построения чертежей в трех проекциях и в аксонометрии;
- сформировать умения строить сечения геометрических тел проецирующими плоскостями, а также находить линию пересечения поверхностей геометрических тел;
- сформировать первоначальные умения определения натуральной величины отрезков прямых, плоских фигур и сечений;
- научить читать, строить, располагать и оформлять изображения видов, простых и сложных разрезов на чертеже в соответствии с требованиями стандарта;
- познакомить с основами архитектурного черчения (планы, развертки, разрезы, фасады);
- познакомить с составлением спецификаций, экспликаций, ведомостей отделочных материалов;
- дать основы по теории теней в ортогональном проецировании.

Студент должен:

Знать:

- теоретические основы ортогонального проецирования;
 - способы изображения пространственных форм на плоскости;
 - аксонометрию как метод объемного изображения;
 - правила «золотого сечения», построения лекальных кривых и сопряжений;
 - требования ГОСТов к оформлению технической документации;
 - правила нанесения размеров и обозначений;
 - основы архитектурного черчения;
 - правила быстрого выполнения чертежей различных деталей при макетировании;
- уметь:
- строить в трех проекциях простую геометрическую форму;
 - работать с геометрической формой по индивидуальному эскизу;

– уметь строить объемное изображение на плоскости помощью метода аксонометрии;

– читать чертежи (техническую документацию);

– наносить размеры в соответствии с основными требованиями стандарта на изображениях плоских деталей.

– выполнять чертежи деталей с разрезами и сечениями;

– строить линии пересечения геометрических фигур;

– макетировать геометрическую форму различной степени сложности;

– строить контуры теней в ортогональном проецировании;

– оформлять чертежи в соответствии с требованиями инженерной и архитектурно-строительной графики.

Связь с другими дисциплинами: знания, полученные студентами при изучении дисциплины «Начертательная геометрия и черчение», используются в учебном процессе при изучении дисциплин «Конструирование», «Дизайн-проектирование», «Выполнение проекта в материале». Подобное взаимодействие дисциплин помогает грамотно решать вопросы создания объёмно-пространственной среды и формообразования.

В результате изучения дисциплины студент получает следующие компетенции:

Академические компетенции:

– АК-1. Владеть базовыми научно-теоретическими знаниями в области художественных, научно-технических, общественных, гуманитарных, экономических дисциплин и применять их для решения теоретических и практических задач профессиональной деятельности.

– АК-4. Уметь работать самостоятельно.

– АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

– АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

– АК-9. Уметь учиться, быть расположенным к постоянному повышению профессиональной квалификации.

Социально-личностные компетенции:

- СЛК-1. Обладать зрелым гражданским сознанием.
- СЛК-2. Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, повышать проектно-художественное мастерство.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям и социальному взаимодействию.
- СЛК-4. Быть способным работать в междисциплинарной и международной среде, пользоваться одним из государственных языков Республики Беларусь и иным иностранным языком как средством делового общения.
- СЛК-5. Владеть навыками здорового образа жизни.
- СЛК-6. Быть способным к критике и самокритике.

Профессиональные компетенции:

Специалист должен быть способен:

Проектно-художественная деятельность

- ПК-1. Владеть методологией дизайн-проектирования.
- ПК-2. Осуществлять дизайн-проектирование с учетом соотношения смыслообразующих и формообразующих факторов (художественно-формальных, эргономических, инженерно-психологических, технологических, конструктивных, экологических, социально-культурных, экономических) в условиях как аналогового, так и безаналогового проектирования.
- ПК-3. Формировать выразительное образное решение объекта проектирования на основе конкретного содержания.
- ПК-4. Осуществлять прогностическое дизайн-проектирование с использованием инновационных технологий.
- ПК-5. Осуществлять экспертную оценку уровня дизайнерского решения по основным смыслообразующим и формообразующим факторам.
- ПК-6. Адаптироваться к изменению объекта профессиональной деятельности, как в пределах специализации, так и направления специальности.

Научно-исследовательская деятельность

– ПК-7. Осуществлять развитие научно-теоретической и практической базы обеспечения дизайн-деятельности.

– ПК-8. Работать с научно-исследовательской литературой.

– ПК-9. Собирать, анализировать и систематизировать профессиональный опыт в области дизайн-деятельности.

– ПК-10. Выявлять общие закономерности функционирования и развития дизайн-деятельности на основе собранного фактологического материала.

– ПК-11. Анализировать композиционные, конструктивные, технологические, эргономические и колористические решения продуктов дизайн-деятельности.

– ПК-12. Анализировать результаты собственных дизайн-решений.

Организационно-управленческая деятельность

– ПК-13. Планировать работу над дизайн-проектом и аргументировано защищать ее результаты.

– ПК-14. Вести проектную, деловую и отчетную документацию по установленным формам.

– ПК-15. Организовывать работу малых дизайн-коллективов, взаимодействовать со специалистами смежных профилей, проводить переговоры с заинтересованными сторонами, осуществлять обучение и повышение квалификации персонала по своему профессиональному направлению.

– ПК-16. Использовать патентное законодательство в области защиты интеллектуальной собственности и правила патентования промышленных образцов и товарных знаков.

– ПК-17. Работать с юридической литературой и трудовым законодательством.

Педагогическая деятельность

– ПК-18. Уметь проектировать, организовывать, анализировать процесс педагогического взаимодействия при освоении профессиональных компетенций по направлению специальности.

– ПК-19. Владеть приемами и техниками эффективной психолого-педагогической коммуникации, создания условий психологической безопасности общения, предупреждения и разрешения конфликтов в педагогическом процессе.

Учебная дисциплина «Начертательная геометрия и черчение» преподается в 1,2 семестре 1 курса в объеме 100 часов, из них 68 аудиторных часов (36 часов лекционных занятий и 32 часа практических занятий). Форма академической аттестации – 2 семестр: зачёт.

Невыполнение практических заданий по неважной причине предусматривает обязательную отработку пропущенных занятий самостоятельно.

С целью текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студента по данной дисциплине используются следующие диагностические технологии:

- проведение методических просмотров;
- проведение обсуждения самостоятельных работ студентов;
- проведение аналитических просмотров образцов лучших работ по данной дисциплине.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1 семестр (34 часа)

Введение

Краткая история начертательной геометрии и черчения. Начертательная геометрия – наука об изображении пространственных предметов на плоскости. Чертёж как средство изучения предметов реального мира.

Тема 1. Графическое оформление чертежей

Виды конструкторских документов. Форматы чертежной бумаги, масштабы (натуральный масштаб, масштаб уменьшения, масштаб увеличения), линии чертежа (основные, штрихпунктирные, линии штриховки, выносные, линии обрыва и др.), шрифты. Чертежные инструменты.

Тема 2. Методы проецирования

Центральное проецирование, параллельное проецирование – косоугольное и прямоугольное. Проецирование точки. Проецирование прямой линии.

Тема 3. Комплексный чертёж

Пространственная модель координатных плоскостей проекций. Координаты и эпюры точек. Комплексный чертёж.

Тема 4. Позиционные задачи. Прямые линии плоскости

Задание прямой линии на чертеже. Прямая общего положения. Следы прямой линии. Прямые частного положения. Деление отрезка в данном отношении. Определение истинной величины отрезка прямой. Точки и прямые линии плоскости. Принадлежность прямой плоскости. Пересечение прямых линий с плоскостями, определение точки пересечения. Определение видимости отрезков прямой методом конкурирующих точек.

Тема 5. Проецирование плоскости

Задание плоскости на чертеже. Горизонтальный, фронтальный и профильный следы плоскости. Плоскость общего положения. Плоскости частного положения. Главные линии плоскости. Признаки параллельности двух плоскостей. Взаимное пересечение плоскостей, порядок определения линии пересечения. Определение видимости участков плоскостей методом конкурирующих точек без указания на чертеже осей вращения.

Тема 6. Метрические задачи. Способы преобразования чертежа

Положение точки относительно плоскостей проекций. Нахождение натуральной величины треугольника способом перемены плоскостей, порядок построения. Нахождение натуральной величины треугольника способом вращения без указания на чертеже осей вращения, перпендикулярных фронтальной и горизонтальной плоскостям проекций; порядок построения.

Тема 7. Многогранники

Образование геометрических поверхностей. Понятие геометрического тела. Типы многогранников. Призма и ее изображение на комплексном чертеже. Виды призм. Пирамида и ее изображение на комплексном чертеже. Виды пирамид. Пересечение призмы и пирамиды. Порядок построения линии пересечения. Определение видимости отрезков линии пересечения методом Ананова. Примеры построений линий пересечения.

Тема 8. Тела вращения

Поверхности вращения и образование тел вращения. Цилиндрическая поверхность. Цилиндр и его изображение на комплексном чертеже. Виды цилиндров. Коническая поверхность. Конус и его изображение на комплексном чертеже. Виды конусов. Сферическая поверхность и её изображение на комплекс-

ном чертеже. Виды сфер. Построение линии пересечения конуса и цилиндра, определение видимости участков линии пересечения.

2 семестр (34 часа)

Тема 9. Аксонометрические проекции

Общие сведения о вариантах изображения пространственного объекта на плоскости. Виды аксонометрических проекций по ГОСТ 2.317-69. Прямоугольные аксонометрические проекции. Косоугольные аксонометрические проекции. Коэффициенты искажения. Изометрическая проекция, расположение осей, коэффициент искажения. Построение отрезка в изометрии. Построение окружности в изометрии.

Тема 10. Аксонометрия плоских фигур, многоугольников, окружностей, объемных тел

Основная схема построения аксонометрии. Порядок построения, выбор аксонометрических проекций. Построение аксонометрии многоугольников, окружностей, овалов. Построение аксонометрии многогранников, цилиндра, конуса и шара.

Тема 11. Проекционное черчение. Виды, разрезы, сечения

Метод первого угла (метод Е). Главное изображение. Определение вида, разреза, сечения. Дополнительный вид, местный вид, развёрнутый вид. Разрезы простые и сложные. Местный разрез. Половинчатый разрез. Сечения вынесенные и наложенные.

Тема 12. Техническое черчение

Штриховка в разрезах и сечениях. Условные обозначения. Надписи на чертежах. Размеры на чертежах. Разъемные соединения. Шпоночные и шлицевые соединения. Резьбовые соединения.

Тема 13. Технические рисунки. Выносные элементы

Техническое рисование. Технология выполнения рисунка. Светотень на техническом рисунке. Рисование технических форм. Условные обозначения выносных элементов.

Тема 14. Архитектурно-строительное черчение

Система проектной документации для строительства (СПДС.) Строительные нормы Беларуси (СНБ). Типы зданий. Краткие сведения о материалах. Размеры на архитектурно-строительных чертежах.

Тема 15. Планы зданий. Генплан

Единая модульная система в строительстве (ЕМС). Размеры номинальные, конструктивные и натурные. Чертежи планов здания. Координационные оси. Генеральные планы и транспорт. Проекция с числовыми отметками.

Тема 16. Разрез здания. Привязка здания

Привязка конструктивных элементов здания к модульным разбивочным осям. «Нулевая привязка». Разрезы поперечные и продольный. Разрезы конструктивный и архитектурный. Порядок вычерчивания разреза. Чертежи лестниц.

Тема 17. Фасад здания

Чертежи фасадов жилых и общественных зданий. Наименование фасадов. Масштаб фасада. Размеры на чертежах фасада. Основные, осевые и выносные линии.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Всего	Количество аудиторных часов					Литература	Формы контроля Знаний
			лекции	семинарские занятия	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа студента		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Введение. Краткая история начертательной геометрии и черчения. Начертательная геометрия – наука об изображении пространственных предметов на плоскости. Чертёж как средство изучения предметов реального мира	2	2		-			[2] [8] [10] [11]	
Тема 1	Графическое оформление чертежей Виды конструкторских документов. Форматы, масштабы, линии чертежа, шрифты. Чертёжные инструменты.	10	2		4		4	[3] [7] [10]	
1.1	Практическое задание 1. Линии чертежа.				2			[10] [11]	Оценка за работу
1.2	Практическое задание 2. Шрифты чертёжные				2			[10] [11]	Оценка за работу
Тема 2	Методы проецирования Центральное проецирование, параллельное проецирование. Проецирование точки. Проецирование прямой линии.	2	2		-		-	[2] [5] [10]	Опрос на лекции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тема 3	Комплексный чертёж Пространственная модель координатных плоскостей. Координаты и эпюры точек. Комплексный чертёж.	2	2		-		-	[2] [11] [10]	Опрос на лекции
Тема 4	Позиционные задачи. Прямые линии и плоскости Задание прямой линии на чертеже. Прямая общего положения. Следы прямой линии. Коэффициент искажения. Построение горизонтальных и фронтальных следов прямой линии. Прямые частного положения. Деление отрезка прямой линии в данном отношении. Определение истинной величины отрезка. Точки и прямые линии плоскости. Принадлежность прямой плоскости. Пересечение прямых линий с плоскостями, определение точки пересечения. Определение видимости отрезков прямой методом конкурирующих точек.	6	2		2		2	[2] [9] [10]	Опрос на лекции
4.1	Практическое задание 3 Деление окружности.				1			[10] [11]	Оценка за работу
4.2	Практическое задание 4 Сопряжения.				1			[10] [11]	Оценка за работу
Тема 5	Проецирование плоскости Задание плоскости на чертеже. Горизонтальный, фронтальный и профильный следы плоскости. Плоскость общего положения. Плоскости частного положения. Главные линии плоскости. Признаки параллельности двух плоскостей. Взаимное пересечение плоскостей, порядок определения линии пересечения. Определение видимости участков плоскостей методом конкурирующих точек.	6	2		2		2	[2] [9] [5]	
5.1	Практическое задание 5 Проекция точек				1			[10] [11]	Оценка за работу

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.2	Практическое задание 6 Построение третьей проекции				1			10] [11]	Оценка за работу
Тема 6	Метрические задачи. Способы преобразования чертежа Положения точки относительно плоскостей проекций. Нахождение натуральной величины треугольника способом перемены плоскостей, порядок построения. Нахождение натуральной величины треугольника способом вращения без указания осей вращения, перпендикулярных к плоскостям проекций, порядок построения.	8	2		2		4	[11] [2] [5] [10]	
6.1	Практическое задание 7 Пересечение пирамиды плоскостью.				2			[11] [2] [10]	Оценка за работу
Тема 7	Многогранники Образование геометрических поверхностей. Понятие геометрического тела. Типы многогранников. Призма и её изображение на комплексном чертеже. Виды призм. Пирамида и её изображение на комплексном чертеже. Виды пирамид. Пересечение призмы и пирамиды. Порядок построения линии пересечения. Определение видимости отрезков линии пересечения методом Ананова. Примеры построений линий пересечения.	10	2		4		4	[10] [2] [5]	
7.1	Практическое задание 8 Пересечение геометрических тел				2			[10] [2] [11]	Оценка за работу

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тема 8	Тела вращения 1.Поверхности вращения. Цилиндр на комплексном чертеже. Конус на комплексном чертеже. Сферическая поверхность на комплексном чертеже. Построение линии пересечения конуса и цилиндра, определение видимости линии пересечения.	4	2		2		-	[2] [5] [10]	Опрос на лекции
1 курс 2 семестр 34 часа									
Тема 9	Аксонметрические проекции Виды аксонометрических проекций. Коэффициенты искажения, расположение осей. Построение окружности в изометрии.	2	2		-		-	[2] [9] [10]	Опрос на лекции
Тема 10.	Аксонметрия плоских фигур, многоугольников, окружностей, объемных тел Основная схема построения аксонометрии. Порядок построения, выбор аксонометрических проекций. Построение аксонометрии многоугольников, окружностей, овалов. Построение аксонометрии многогранников, цилиндра, конуса и шара.	12	2		6		4	[2] [5] [9] [10]	
10.1	Практическое задание 9. Аксонметрия				6			[10] [11]	Оценка за работу
Тема 11	Проекционное черчение. Виды, разрезы, сечения Метод первого угла (метод Е). Главное изображение. Определение вида, разреза, сечения. Дополнительный вид, развёрнутый вид, местный вид. Разрезы простые и сложные. Местный разрез. Половинчатый разрез. Сечения вынесенные и наложенные.	2	2		-		-	[2] [10]	Опрос на лекции

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тема 12.	Техническое черчение	2	2		-				
12.1.	Штриховка на чертежах. Условные обозначения. Надписи на чертежах. Размеры на чертежах. Разъемные соединения. Шпоночные и шлицевые соединения. Резьбовые соединения.		2					[3] [6] [9]	
Тема 13.	Технические рисунки. Выносные элементы. Техническое рисование. Технология выполнения рисунка. Светотень на техническом рисунке. Рисование технических форм. Условное обозначение выносных элементов.	6	2		2		2	[6] [7]	Опрос на лекции
13.1	Практическое задание 10. Технический рисунок				2			[10] [11]	Оценка за работу
Тема 14	Архитектурно-строительное черчение Система проектной документации для строительства (СПДС). Строительные нормы Беларуси (СНБ). Типы зданий. Краткие сведения о материалах. Размеры на архитектурно-строительных чертежах.	6	2		2		2	[1] [4] [7]	
14.1	Практическое задание 11. Архитектурные обломы				2			[10] [11]	Оценка за работу
Тема 15	Планы зданий. Генплан Единая модульная система в строительстве (ЕМС). Размеры номинальные, конструктивные и натурные. Чертежи планов здания. Координационные оси. Генеральные планы и транспорт. Проекция с числовыми отметками.	8	2		2		4	[1] [4] [7]	
15.2	Практическое задание 12. План зданий (2 часа)							[10] [11]	Оценка за работу

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тема 16	Разрез здания. Привязка здания Привязка конструктивных элементов здания к модульным разбивочным осям. «Нулевая привязка». Разрезы поперечные и продольный. Порядок вычерчивания разреза. Чертежи лестниц.	6	2		2		2	[1] [4] [7]	
16.1	Практическое задание 13. Разрезы здания				2			[10] [11]	Оценка за работу
Тема 17	Фасад здания. Чертежи фасада. Наименование фасада. Масштаб фасада. Размеры на чертежах фасада.	6	2		2		2	[1] [4] [7]	
17.1	Практическое задание 14. Фасад здания				2			[10] [11]	Оценка за работу
ВСЕГО		100	36		32		32		

4.2. Основная литература

1. Брилинг, Н. С. Справочник по строительному черчению / Н. С. Брилинг, С. И. Балягин, С. И. Симонин. – М. : Стройиздат, 1987. – 448 с.
2. Виноградов, В. Н. Начертательная геометрия : учеб. / В. Н. Виноградов. – 3-е изд. – Минск : Амалфея, 2001. – 368 с.
3. Государственные стандарты Единой Системы конструкторской Документации (ЕСКД). – М. : Стандарты, 2004. – 167 с.
4. Государственные стандарты Системы проектной Документации для строительства (СПДС). – М. : Стандарты, 1977. – 1985. – 152 с.
5. Климухин, А. Г. Начертательная геометрия : учеб. / А. Г. Климухин. – 2-е изд. – М. : Стройиздат, 1978. – 334 с.
6. Новочихина, Л. И. Справочник по техническому черчению / Л. И. Новочихина. – 2-е изд. – Минск : Книжный дом, 2005. – 320 с.

4.3. Дополнительная литература

7. Строительное черчение и рисование : учеб. / Б. В. Будасов [и др.] ; под общ. ред. Б. В. Будасова. – 3-е изд. – М. : Стройиздат, 1981. – 448 с.
8. Ткач, Д. И. Архитектурное черчение : справочник / Д. И. Ткач, Н. Л. Рускевич, П. Р. Ниринберг [и др.]. – Киев : Будивэльник, 1991. – 272 с.
9. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учеб. пособие / А. А. Чекмарев. – М. : Просвещение, 1987. – 400 с.
10. Шинкевич, А. Н. Начертательная геометрия и черчение : метод. пособие [Электронный ресурс] / А. Н. Шинкевич, О. В. Кривенок. – Минск : Современные знания, 2009. – 147 с.
11. Шинкевич, А. Н. Начертательная геометрия и черчение. Раздел 2. Черчение : метод. Рекомендации [Электронный ресурс] / А.Н. Шинкевич, О.В. Кривенок. – Минск : Современные знания, 2008. – 104 с.
12. Кишик, Ю. Н. Архитектурная композиция : учеб. / Ю. Н. Кишик. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 208 с.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
1	2	3	4
Дизайн-проектирование	Кафедра дизайна		Рекомендовать. Протокол № 11 от 29.06 2016
Информационные технологии в дизайне	Высшей математики и информатики		Рекомендовать. Протокол № 11 от 29.06 2016
Конструирование	Кафедра дизайна		Рекомендовать. Протокол № 11 от 29.06 2016
Эргономика	Кафедра дизайна		Рекомендовать. Протокол № 11 от 29.06 2016

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
на 20___/20___ учебный год**

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры дизайна (протокол № _____ от _____ г.)

Заведующий кафедрой

доцент

_____ Л.Е. Дягилев

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

кандидат искусствоведения _____ А.О. Полосмак

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка.....	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	10
1.1. Тематический план курса лекций.....	10
1.2. Содержание лекционного материала	11
2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	116
2.1. Описание практических (графических) работ	116
2.2. Содержание учебного материала к практическим занятиям	117
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	149
3.1. Задания для самостоятельной работы студентов.....	149
3.2. Примерный перечень вопросов к зачету	151
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	152
4.1. Учебная программа.....	152
4.2. Основная литература	170
4.3. Дополнительная литература	170

Учебное электронное издание

Автор-составитель
Кривёнок Олег Васильевич

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ЧЕРЧЕНИЕ

*Электронный учебно-методический комплекс
для студентов специальности 1-19 01 01 Дизайн (по направлениям),
направления специальности 1-19 01 01-02 Дизайн (предметно-
пространственной среды), 1-19 01 01-06 Дизайн (виртуальной среды)*

[Электронный ресурс]

Редактор *И. Б. Михнюк*
Технический редактор *Ю. В. Хадьков*

Подписано в печать 30.12.2018.
Гарнитура Times Roman. Объем 8,0 Мб

Частное учреждение образования
«Институт современных знаний имени А. М. Широкова»
Свидетельство о регистрации издателя №1/29 от 19.08.2013
220114, г. Минск, ул. Филимонова, 69.

ISBN 978-985-547-266-8



9 789855 472668