

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
Витебский государственный технологический университет

## **ТИПЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Практикум  
для студентов специальности 1-19 01 01-02  
«Дизайн предметно-пространственной среды»

Витебск  
2022

УДК 351.862.2

Составители:

А. В. Гречаников, И. А. Тимонов, С. А. Игнатъев

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 2 от 28.10.2022.

**Типы зданий и сооружений** : практикум / сост. А. В. Гречаников, И. А. Тимонов, С. А. Игнатъев. – Витебск : УО «ВГТУ», 2022. – 118 с.

Практикум составлен с учетом тематики занятий по дисциплине «Типы зданий и сооружений» для студентов специальности 1-19 01 01-02 «Дизайн предметно-пространственной среды». В практикуме изложен материал, необходимый для выполнения практических работ по курсу «Типы зданий и сооружений». В практикуме приведены правила выполнения архитектурно-строительных чертежей, порядок выполнения планов, разрезов, фасадов, конструктивных элементов зданий, металлических, деревянных и железобетонных конструкций, а также методика применения САПР AutoCAD, ArchiCAD и задания для выполнения практических работ.

УДК 658.345:574

© УО «ВГТУ», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОСНОВЫ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ САПР AutoCAD .....	4
2 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ .....	19
3 ПОСТРОЕНИЕ ПЛАНА ЭТАЖА .....	26
4 ПОСТРОЕНИЕ РАЗРЕЗА ЗДАНИЯ .....	40
5 ПОСТРОЕНИЕ ФАСАДА ЗДАНИЯ.....	44
6 РЕКОНСТРУКЦИЯ И ПЕРЕПЛАНИРОВКА.....	46
7 МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ .....	54
8 ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ.....	67
9 ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ.....	74
10 ОСНОВЫ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ САПР ArchiCAD.....	80
11 ПОСТРОЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	109
12 ЗДАНИЯ В СРЕДЕ ArchiCAD.....	109
ЛИТЕРАТУРА.....	116

# 1 ОСНОВЫ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ САПР AUTOCAD

## Цель работы

*Приобрести навыки работы в системе САПР AutoCAD.*

## Общие сведения

Система AutoCAD представляет собой систему автоматического проектирования, относящуюся к классу так называемых CAD-систем. То есть эта система предназначена для подготовки технической документации и позволяет строить чертежи практически любой сложности, а также выполнять основной набор действий по трехмерному моделированию.

В основе организации окна AutoCAD лежит ленточный интерфейс (рис. 1). Вместо использования разрозненных панелей инструментов и строки меню разработчики AutoCAD предложили использовать так называемую ленту инструментов. Понятие ленты инструментов используется также в приложениях пакета Microsoft Office 2007 и 2010 (Word, Excel и т. п.). Также в AutoCAD сохранена возможность использования и строки меню, и панелей инструментов совместно с лентой инструментов, так что вы сможете сами выбрать наиболее подходящую для вас организацию окна AutoCAD.

Лента имеет несколько вкладок, переход между которыми осуществляется щелчком мыши по их названиям. Названия вкладок размещаются над самой лентой и заменяют собой строку меню, которая по умолчанию отсутствует. Каждая из вкладок ленты содержит группу или группы инструментов, предназначенных для выполнения определенного класса задач (рис. 1, 2, 3):

- «Главная» – эта вкладка доступна по умолчанию при запуске AutoCAD и содержит все основные инструменты по рисованию и редактированию, а также управлению слоями (переходу между слоями), вставке блоков и аннотаций, а также заданию внешнего вида линий построения (тип, цвет, толщина);

- «Вставка» – как следует из названия этой вкладки, предназначена для работы с блоками. Базовые инструменты блоков (например, инструмент вставки блока) присутствуют и на главной вкладке, но здесь собран весь набор возможностей по работе с блоками и их атрибутами;

- «Аннотации» – если вам понадобится нанести размеры, вставить/отредактировать аннотацию, поставить выноску, начертить таблицу или задать параметры текстовой надписи;

- «Сервис» – данная вкладка призвана обеспечить удобный доступ к настройкам AutoCAD, а также к различным сервисным функциям;

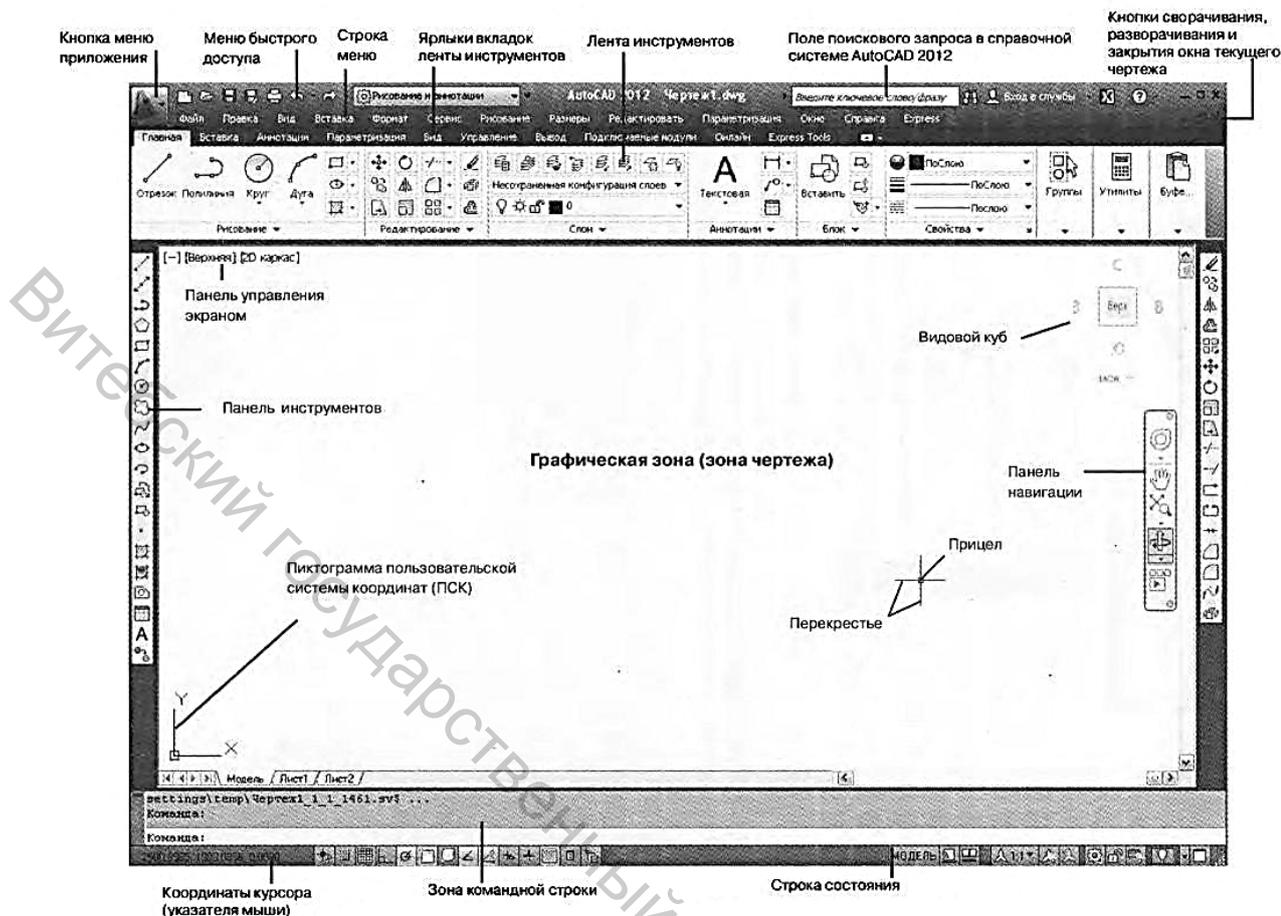


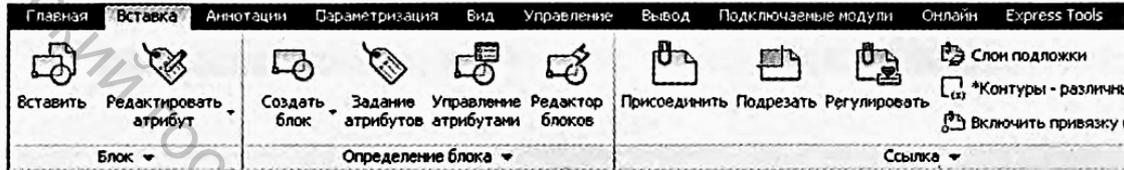
Рисунок 1 – Вид окна AutoCAD

- «Параметризация» – содержит инструменты для задания геометрических и размерных зависимостей, а также управления имеющимися зависимостями на чертеже;
- «Вид» – содержит настройки, влияющие на параметры и способы отображения чертежа в окне AutoCAD, а также на внешний вид самого окна AutoCAD;
- «Управление» – содержит инструменты для настройки интерфейса окна AutoCAD, управления чертежами и данными (импорт, экспорт), а также многие другие;
- «Вывод» – на данной вкладке сосредоточены инструменты вывода на печать и экспорта;
- «Онлайн» – здесь вы найдете инструменты для работы через интернет.

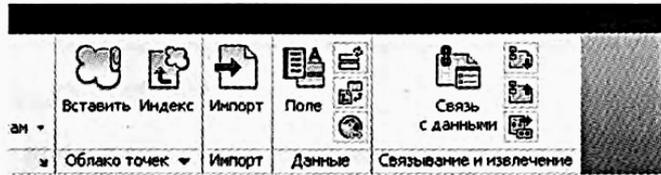
Не поместившиеся инструменты (доступные раньше через меню) никуда не пропали. В правом нижнем углу некоторых групп инструментов на ленте присутствует значок. Так, щелкните по нему мышкой, и вы получите доступ к дополнительным инструментам группы. Чтобы отобразить строку меню, щелкните правой кнопкой мыши в области панели быстрого доступа и в появившемся контекстном меню выберите команду «Показать строку меню» (рис. 4).



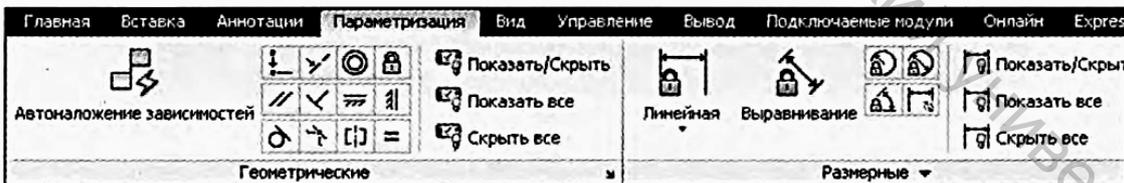
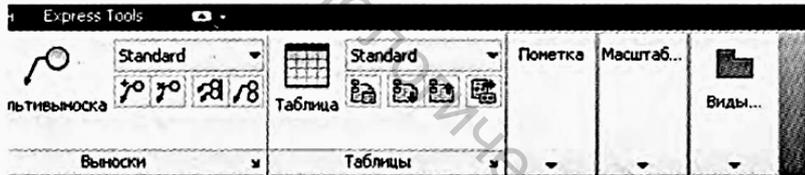
а) вкладка «Главная»



б) вкладка «Вставка»



в) вкладка «Аннотации»



г) вкладка «Параметризация»

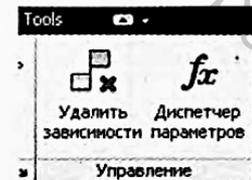


Рисунок 2 – Лента инструментов AutoCAD

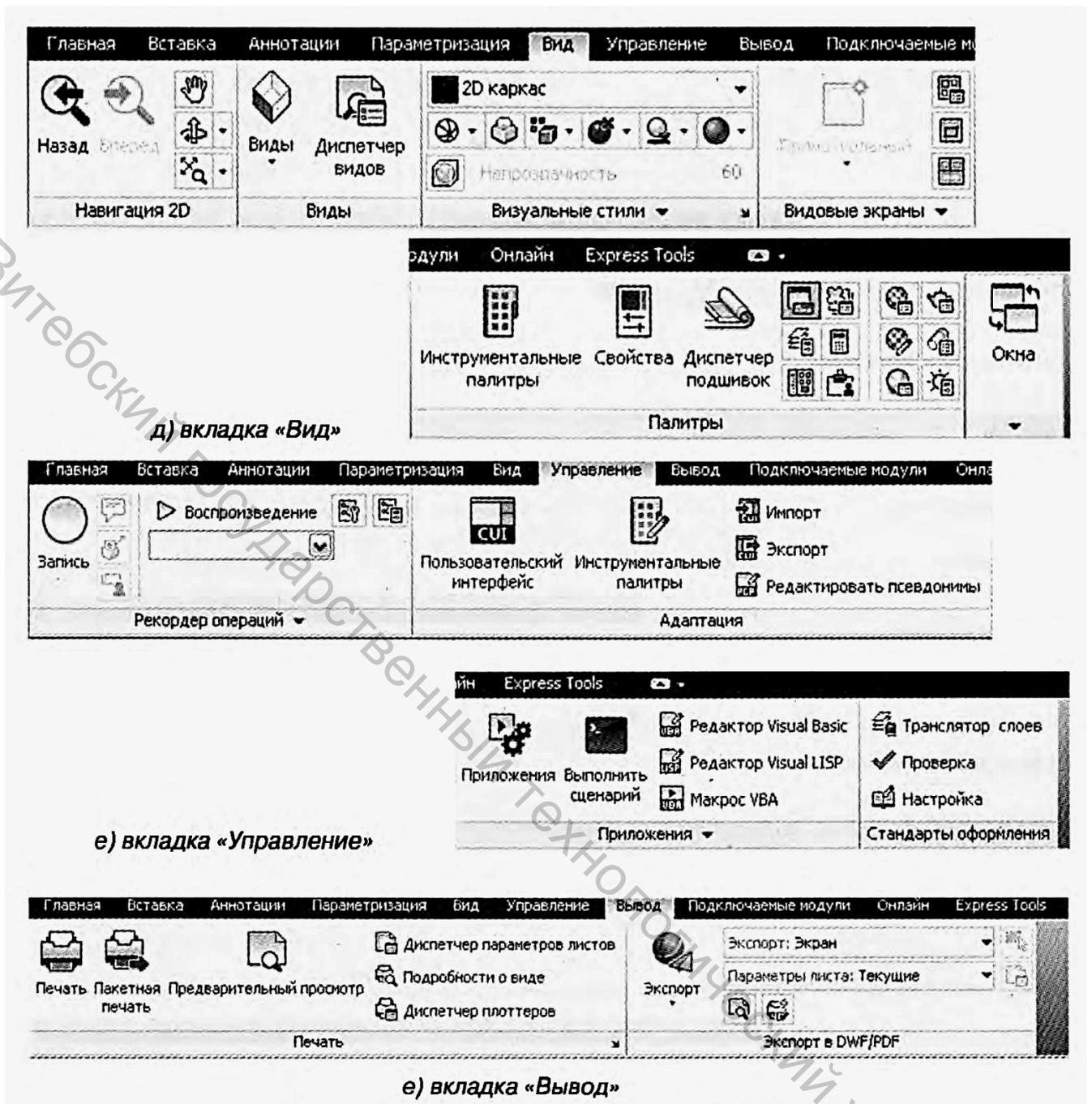


Рисунок 3 – Лента инструментов AutoCAD

Меню в AutoCAD содержит 12 разделов-пунктов, в которые сгруппированы команды AutoCAD. Объединение в разделы производилось по функциональному признаку (назначению) команд, а сами эти разделы таковы:

- **Файл (File)** – содержит команды для работы с файлами чертежей: открытия, сохранения, печати, экспорта в другие файлы чертежей и выхода из системы AutoCAD.
- **Правка (Edit)** – объединяет в себе общие команды редактирования: копирование, вырезание, вставка.

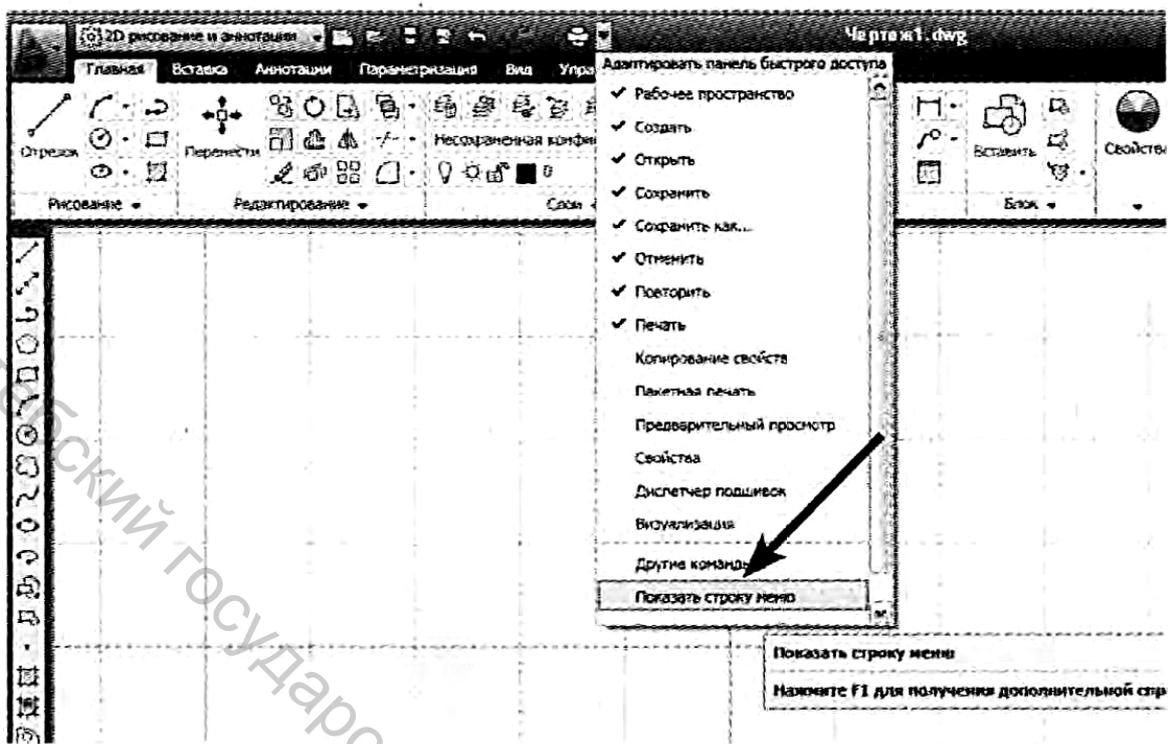


Рисунок 4 – Включаем строку меню

- Вид (View) – включает в себя команды управления видом чертежа на экране, а также управления параметрами отображения трехмерных моделей.
- Вставка (Insert) – раздел, объединяющий в себе команды, предназначенные для вставки в чертеж различных элементов (блоков, картинок, объектов OLE и т. д.).
- Формат (Format) – содержит команды установки границ чертежа и единиц измерений, управления стилем текста, размерами, работы со слоями, цветом, типом и толщиной линии.
- Сервис (Tools) – раздел, объединяющий команды управления системой, установки параметров черчения и т. п.
- Рисование (Draw) – содержит команды черчения всевозможных графических элементов.
- Размеры (Dimension) – здесь находятся команды для нанесения размеров.
- Редактировать (Modify) – содержит команды редактирования (изменения) графических объектов.
- Параметризация – здесь собраны команды, предназначенные для наложения геометрических и размерных зависимостей (параметризации) на различные объекты чертежа.
- Окно (Window) – раздел, позволяющий с помощью своих команд настроить одновременное отображение сразу нескольких чертежей.

- Справка (Help) – содержит команды обращения и работы со справочной службой AutoCAD.

Щелкнув левой кнопкой мыши по названию раздела, вы раскроете список имеющихся в нем команд – подменю. Так же (щелчком мыши) выполняется выбор одной из команд, имеющихся в подменю. Для перехода между пунктами системного меню после открытия одного из них достаточно просто перевести указатель мыши на соответствующий пункт (еще один щелчок не требуется). Для закрытия подменю, то есть отказа от выполнения какого-либо действия, следует щелкнуть мышкой в любом месте за пределами подменю.

**Основные принципы состоят в следующем:**

- все действия в AutoCAD выполняются с помощью команд (абсолютно все);

- каждая команда может быть вызвана, как правило, тремя способами (рис. 5): щелчком левой кнопкой мыши по соответствующей кнопке на соответствующей панели инструментов или на ленте инструментов; выбором из строки меню (точнее, из его подменю или подподменю – если строка меню у вас отображена); вводом ее имени в командную строку и нажатием после этого клавиши «Enter»;

- использование каждой последующей команды возможно только после завершения предыдущей.

О том, что система AutoCAD готова к выполнению новой команды, говорит следующий запрос в командной строке: «Command». Начинать выполнение новой команды можно, только завершив выполнение предыдущей команды или прервав ее нажатием «Esc» (возможно, неоднократно).

Но некоторые команды являются циклическими и сами по себе не заканчиваются. Например, циклической является команда построения прямолинейных отрезков Отрезок (Line). После того как вы построите первый отрезок, она не закончит свое выполнение, а вам будет тут же предложено построить еще один отрезок. Затем еще один отрезок, и так до бесконечности. Завершить выполнение любой циклической команды можно нажатием на клавишу «Enter» или «Esc».

Практически все действия, которые выполняются мышью, в AutoCAD фиксируются щелчком *левой* кнопки мыши. Выделение объектов, задание точек, щелчки мышью по кнопкам – все это выполняется левой кнопкой мыши. Что касается *правой* кнопки мыши, то она в основном используется лишь для вызова контекстного меню. Случаи, когда необходимо нажимать правую, а не левую кнопку мыши, всегда будут специально оговариваться. Если у вас на мыши имеется колесико, то, вращая его, можно увеличивать или уменьшать изображение чертежа на экране.

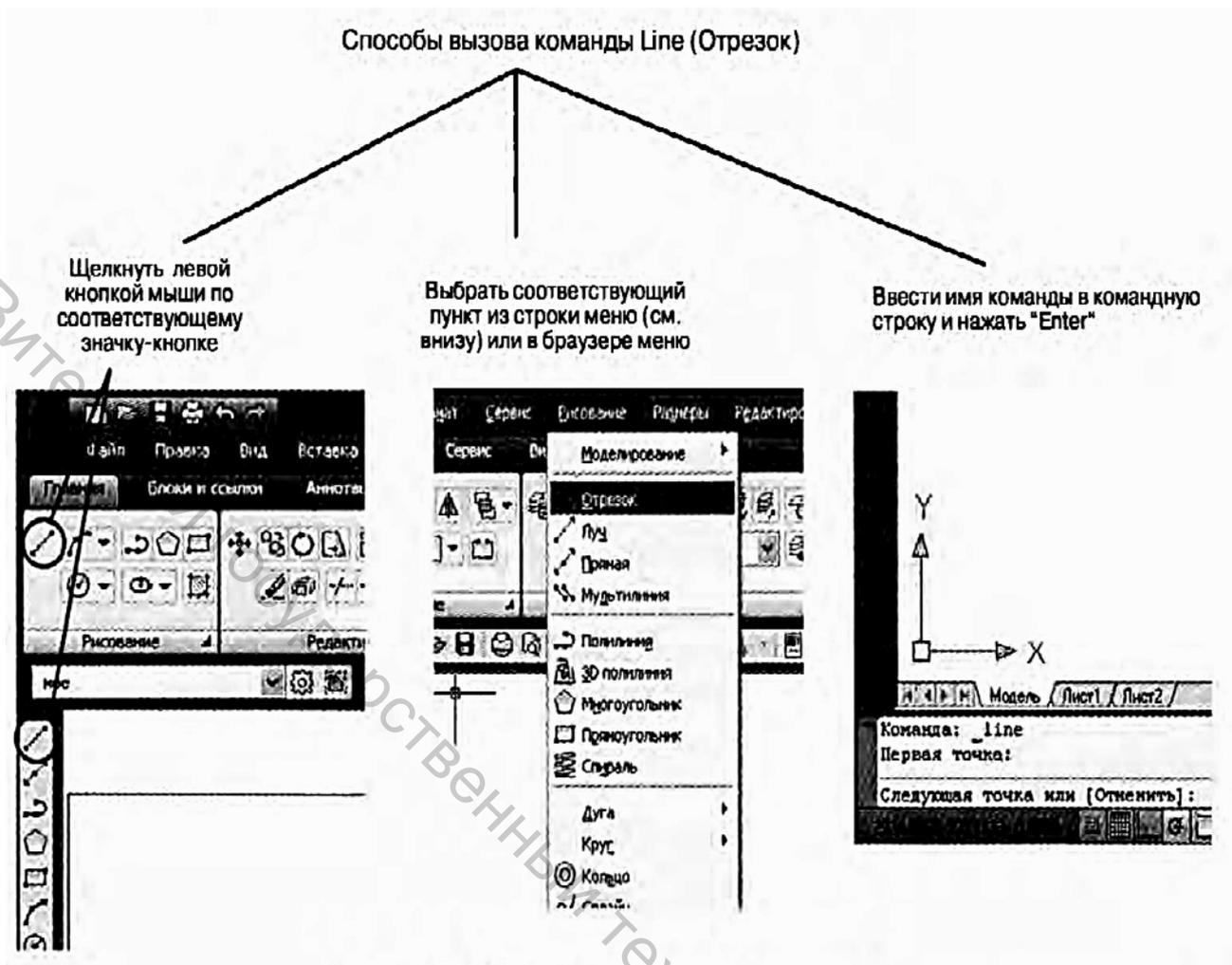


Рисунок 5 – Способы вызова команд

*Система координат и привязки.* Метод относительных прямоугольных координат отличается от метода абсолютных координат тем, что координаты  $X$  и  $Y$  задаются относительно последней заданной точки, а не относительно начала координат. Полярные координаты подразумевают указание месторасположения какой-либо точки (объекта) путем задания двух параметров: расстояния от начала координат; угла между нулевым направлением полярной системы отсчета и вектором, направленным от начала координат к искомой точке. Причем в полярной системе отсчета угол может быть, как положительным, так и отрицательным. Соответственно, он будет отсчитываться против или по часовой стрелке. В AutoCAD имеется удобная возможность динамического отображения ввода. Включив данный режим, вы сможете вводимые или указываемые значения наблюдать не только в командной строке, но и в небольшом окошке, прикрепленном к курсору и перемещающемся вслед за ним. Кроме того, по ходу построения отображается множество полезной вспомогательной информации. Способы задания координат представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Способы задания координат

Способ	Формат	Описание
Абсолютные координаты	$x, y$	Точные декартовы координаты
Относительные координаты	@ $x, y$	Декартовы координаты относительно последней точки
Полярные координаты	<i>Расстояние</i> < <i>угол</i>	Расстояние и угол от точки 0,0
Относительные полярные координаты	@ <i>расстояние</i> < <i>угол</i>	Расстояние и угол от последней точки

При выполнении построений зачастую недостаточно привязки к узлам координатной сетки или к определенным углам. А нужно, чтобы привязка осуществлялась к уже имеющимся на чертеже объектам. Для того чтобы подобные построения можно было выполнять с помощью мыши, в системе AutoCAD предусмотрен режим объектной привязки (Object Snap). Режим объектной привязки – это режим, в котором AutoCAD автоматически осуществляет точную привязку задаваемых мышью точек к характерным точкам объектов, имеющимся на чертеже. Активизировать данный режим можно, нажав («утопив») кнопку ПРИВЯЗКА (SNAP) в строке режимов. Выключение режима осуществляется повторным нажатием на эту кнопку. Некоторые варианты объектной привязки продемонстрированы на рисунке 6. Основные «Горячие клавиши» САПР AutoCAD приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные «Горячие клавиши»

<b>F1</b> Вызов справочной системы AutoCAD	<b>F7</b> ВКЛЮЧЕНИЕ/ОТКЛЮЧЕНИЕ РЕЖИМА «СЕТКА»
<b>F2</b> Вывод/удаление текстового окна	<b>F8</b> ВКЛЮЧЕНИЕ/ОТКЛЮЧЕНИЕ РЕЖИМА «ОРТО»
<b>F3</b> ВКЛЮЧЕНИЕ/ОТКЛЮЧЕНИЕ РЕЖИМА «ОБЪЕКТНАЯ ПРИВЯЗКА»	<b>F9</b> ВКЛЮЧЕНИЕ/ОТКЛЮЧЕНИЕ РЕЖИМА «ШАГ»
<b>F4</b> ВКЛЮЧЕНИЕ/ОТКЛЮЧЕНИЕ РЕЖИМА «ПЛАНШЕТ»	<b>F10</b> ВКЛЮЧЕНИЕ/ОТКЛЮЧЕНИЕ РЕЖИМА «ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ»
<b>F5</b> ИЗМЕНЕНИЕ ИЗОМЕТРИЧЕСКОГО РЕЖИМА ШАГОВОЙ ПРИВЯЗКИ К СЕТКЕ	<b>F11</b> ВКЛЮЧЕНИЕ/ОТКЛЮЧЕНИЕ РЕЖИМА «ОТСЛЕЖИВАНИЯ ОБЪЕКТНОЙ ПРИВЯЗКИ»
<b>F6</b> ИЗМЕНЕНИЕ РЕЖИМА ОТОБРАЖЕНИЯ КООРДИНАТ	<b>F12</b> ВКЛЮЧЕНИЕ/ОТКЛЮЧЕНИЕ РЕЖИМА «ДИНАМИЧЕСКИЙ ВВОД»

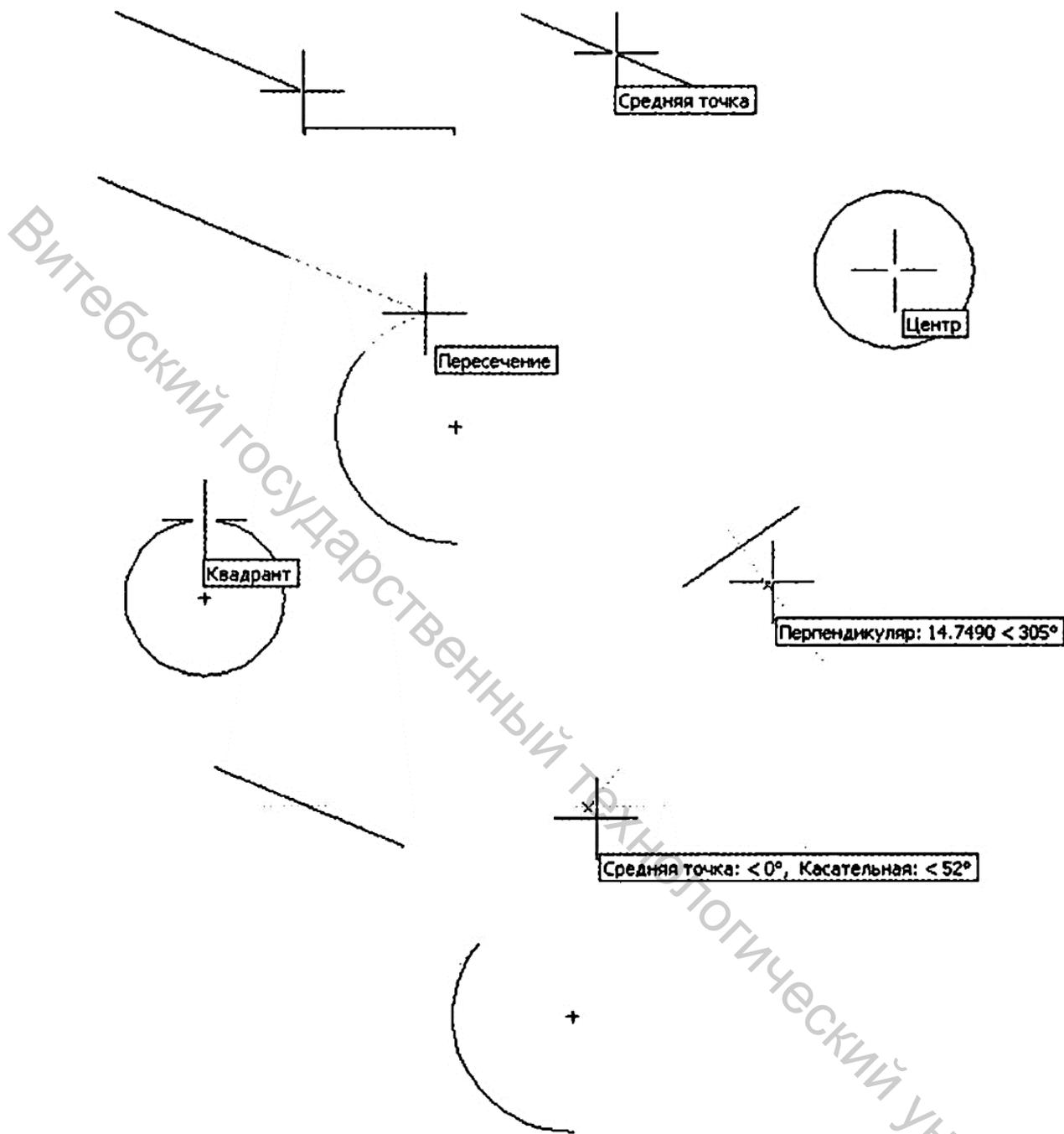


Рисунок 6 – Варианты объектной привязки

Настроить режим объектной привязки можно в диалоговом окне Режимы рисования (Drafting Settings), на вкладке Объектная привязка (Object Snap). На ней содержится перечень переключателей, соответствующих различным методам объектной привязки. Каждый метод отвечает за определенный способ объектной привязки и имеет свои характерные точки, связанные с определенными объектами. Внешний вид вкладки Объектная привязка (Object Snap) показан на рисунке 7.

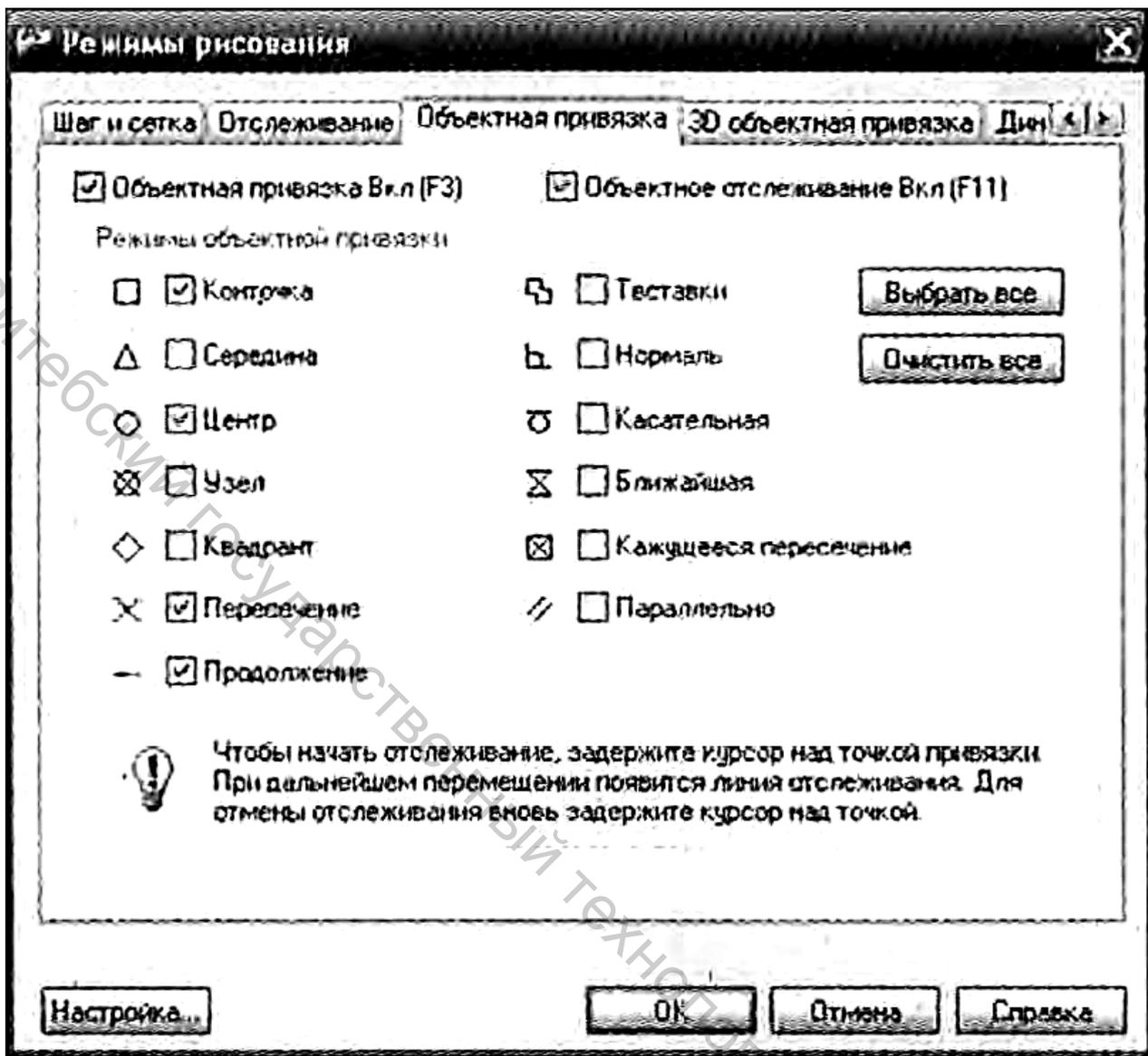


Рисунок 7 – Диалоговое окно настройки объектной привязки

Разработка чертежей практически никогда не обходится без их корректировки. Поэтому в процессе работы появляется необходимость что-то стереть, что-то перенести на другое место, что-то увеличить или уменьшить, что-то повернуть на определенный угол и т. д. Данные операции в системе AutoCAD можно произвести с помощью команд редактирования. Практически все эти команды находятся в меню Редактировать (Modify), а соответствующие им кнопки – на одноименной панели инструментов.

**Слой чертежа.** Для удобства и эффективности работы в системе AutoCAD предусмотрено использование так называемых слоев. Каждый слой представляет собой как бы прозрачную пленку, накладываемую на белый лист чертежа. Все вычерчивание объектов производится на этих слоях. При наложении слоев друг на друга и получается окончательный чертеж. Причем для каждого слоя можно установить свои тип, цвет и толщину линии. В

AutoCAD принято объекты одного типа размещать на отдельном слое. Например, возможна такая разбивка на слои в архитектурном чертеже:

- слой стен и несущих строительных конструкций, двери и окна;
- слой для размеров, а также различных надписей (заголовков, поясняющего текста);
- слой водопроводной сети и сантехнического оборудования;
- слой электротехнической сети;
- слой теплотехнической сети;
- возможен еще слой с расположением мебели.

Со слоями можно осуществлять следующие операции:

1. Каждый слой в AutoCAD имеет свое персональное имя.
2. Для каждого слоя можно установить свой цвет, тип и толщину линии.
3. Можно управлять видимостью слоев, то есть любой из слоев можно сделать видимым или невидимым.
4. Для каждого слоя можно установить свои параметры печати.
5. Можно заблокировать слой, и тогда все объекты, расположенные на нем, будут защищены от корректировки.

Список имеющихся на чертеже слоев доступен на вкладке Главная ленты инструментов в группе Слой (Layers), как показано на рисунке 1.8.

По умолчанию для новых чертежей создается один слой – нулевой. Все остальные слои вы должны создавать и настраивать самостоятельно. Нулевой слой нельзя удалить и переименовать. Основной командой работы со слоями является команда Layer (Слой). Она выводит на экран специальное диалоговое окно Диспетчер свойств слоев (Layer Properties Manager), в котором вы сможете, как настроить/изменить параметры существующих слоев, так и создать и настроить параметры новых слоев. Чтобы создать новый слой, необходимо в окне Диспетчер свойств слоев (Layer Properties Manager) нажать вверху на кнопку Новый (New) или щелкнуть правой кнопкой мыши в правой половине окна и в появившемся контекстном меню выбрать команду Новый (New). В результате будет создан слой со стандартными настройками и вам будет предложено ввести его имя. По умолчанию слои именуются Layer 1, Layer 2 ... и т. д. (или Слой 1, Слой 2 и т. д.). Однако рекомендуется давать слоям более осмысленные названия.

Параметры слоёв:

- **Статус (Status)** – указывает тип элемента: фильтр слоя, используемый слой, пустой слой или текущий слой.
- **Имя (Name)** – в этом поле, как нетрудно догадаться, указывается имя слоя. Чтобы его изменить, необходимо щелкнуть по нему левой кнопкой мыши и ввести другое имя.
- **Вкл (On)** – в этом столбце указывается состояние слоя: включен On (Вкл.) или выключен Off (Выкл.). Чтобы изменить состояние, щелкайте мышкой по лампочке, которая при этом будет то «загораться», то «затухать».

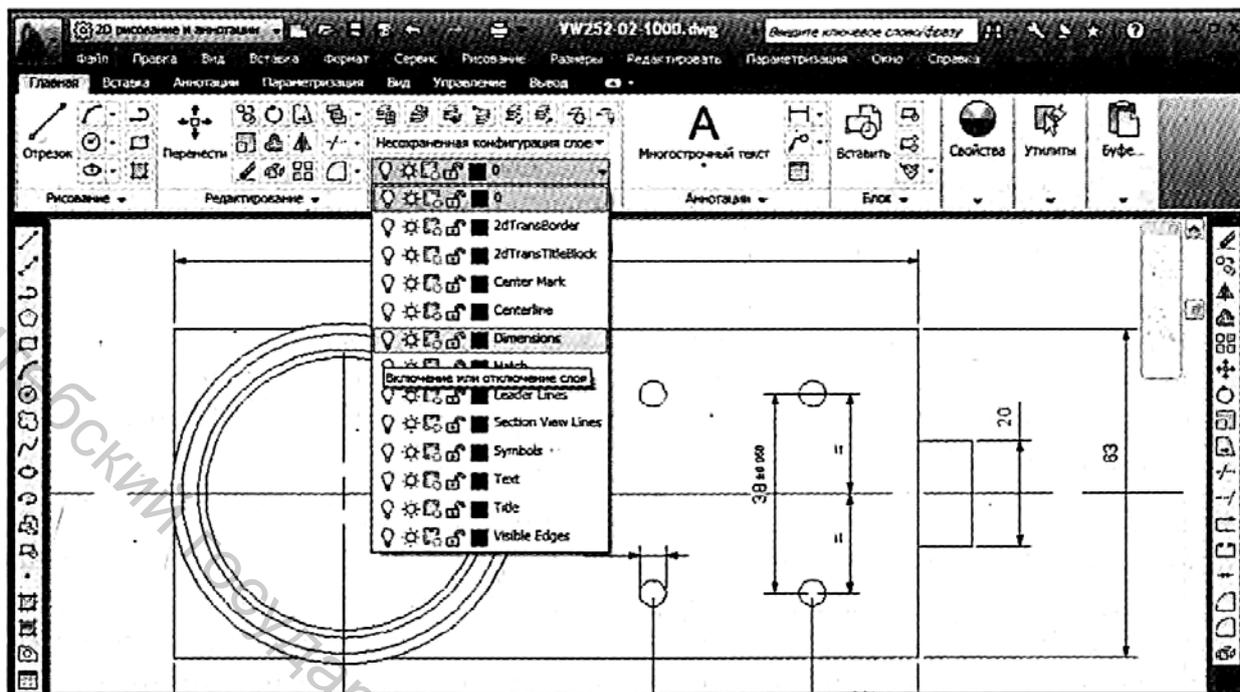


Рисунок 8 – Список слоев в чертеже

- **Заморозить (Freeze)** – показывает, заморожен или разморожен слой. По умолчанию каждый слой разморожен, о чем свидетельствует значок в виде солнышка. Щелкнув по этому значку мышкой, вы заморозите слой (тогда вместо солнышка будет показана снежинка).

- **Блокировать (Lock)** – здесь производится блокировка и разблокировка слоя. Разблокированные слои обозначаются значком в виде открытого замка, а заблокированные – в виде закрытого замка.

- **Цвет (Color)** – в этом столбце указывается цвет, который будет использоваться для всех объектов на данном слое, у которых в свойствах в качестве цвета указано значение **По слою (ByLayer)**.

- **Тип линии (Linetype)** – здесь задается тип линии для слоя. Он будет использоваться для всех объектов на данном слое, у которых в свойствах в качестве типа линии указано значение **По слою (ByLayer)**. По умолчанию в системе AutoCAD для всех линий устанавливается тип линии Continuous (Сплошная линия). Чтобы изменить это значение и задать для линий слоя другой тип, следует в окне **Диспетчер свойств слоев (Layer Properties Manager)** в строке настраиваемого слоя щелкнуть мышкой в столбце **Тип линии (Linetype)**. В результате появится диалоговое окно **Выбор типа линии (Select Linetype)**, в котором вы и сможете сделать свой выбор. При этом просто щелкните мышкой по нужному значению и нажмите на кнопку «ОК». Если набор вариантов, предлагаемых в окне **Выбор типа линии (Select Linetype)**, не содержит нужного вам типа (иногда изначально предлагается вообще только один тип Continuous (Сплошная линия)), то вам следует загрузить в данное окно другие варианты. Для этого нажмите на кнопку **Загрузить (Load...)**. После

этого появится окно **Загрузка/перезагрузка типов линий (Load or Reload Linetypes)**.

- **Вес линии (Lineweight)** – указывается толщина линии. Данная толщина будет использоваться для всех объектов на данном слое, у которых в свойствах в качестве толщины указано значение **По слою (ByLayer)**.

- **Стиль печати (Plot Style)** – указывается стиль печати (вычерчивания) слоя.

- **Печать (Plot)** – здесь задается, будет ли печататься данный слой при выводе чертежа на печать или нет. Слои, для которых установлен значок в виде принтера, распечатываться будут.

- **Замороженный на новых ВЭ (Freeze...)** – позволяет замораживать выбранные слои на новых видовых экранах.

При переключении слоев (выборе текущего слоя) в списке **Слои (Layers)** будьте аккуратны и щелкайте мышкой только по названию слоя. Иначе вы можете невзначай изменить состояние слоя. Все построения, которые вы осуществляете в каждый момент времени, производятся на текущем слое, то есть на слое, который указан как текущий. Чтобы приступить к черчению на каком-либо другом слое, необходимо сделать его текущим. Для этого просто выберите нужный слой в раскрывающемся списке **Слои (Layers)** на вкладке **Главная** ленты инструментов или на панели инструментов **Слои (Layers)**. После этого можете приступить к построениям. Они уже будут производиться на выбранном вами слое.

В AutoCAD предусмотрена возможность копирования свойств. При этом вы можете свойства одного объекта присвоить (скопировать) также другому объекту. Таким образом, можно от одного объекта другому скопировать цветовые настройки, тип и масштаб линии, текст, штриховку, размер, стиль печати и пр. Сделать все это позволяет команда **MATCHPROP (Копировать СВ)**.

### **Задание 1**

1. Создать рабочее пространство – «группа \_\_\_\_»

2. Отключить на ленте вкладки:

- Надстройки.
- ВМ 360.

Отключить панели на вкладках **главная**:

- Буфер обмена.
- Вид.
- Группа.
- Блок.

### **Вставка:**

- Местоположение.
- Содержимое.

**Аннотации:** пометочное облако.

3. Установить данное рабочее пространство текущим.

4. Установить автоматическое сохранение параметров рабочего пространства.

5. Создать шаблон «ГА4»:

➤ Установить лимиты чертежа 297,210 (ГА4).

– Ввести в командной строке команду: Лимиты.

– Задать левый нижний угол координатами (0,0) (таблица 1). ENTER ➤

Пробел.

– Задать правый верхний угол координатами (297, 210). ENTER➤Пробел.

➤ Настроить сетку (не отображать за пределами лимитов).

➤ Установить метку в области стиль сетки ➤ область отображения точечной сетки ➤ 2D-пространство модели.

➤ Создать папку Диск .... ➤ Автокад ➤ группа \_\_\_\_\_ ➤ Шаблоны.

➤ Сохранить шаблон чертежа (выбрать расширение файла .dwt)

6. «Создать шаблон «План здания»:

➤ Установить лимиты чертежа 100000, 50000 (ГА4).

➤ Настроить сетку (не отображать за пределами лимитов).

➤ Установить метку в области стиль сетки ➤ область отображения точечной сетки ➤ 2D-пространство модели.

➤ Установить шаг сетки 1000, 1000.

➤ Сохранить шаблон.

## Задание 2

Построить указанную фигуру, используя команду ОТРЕЗОК (рис. 9).

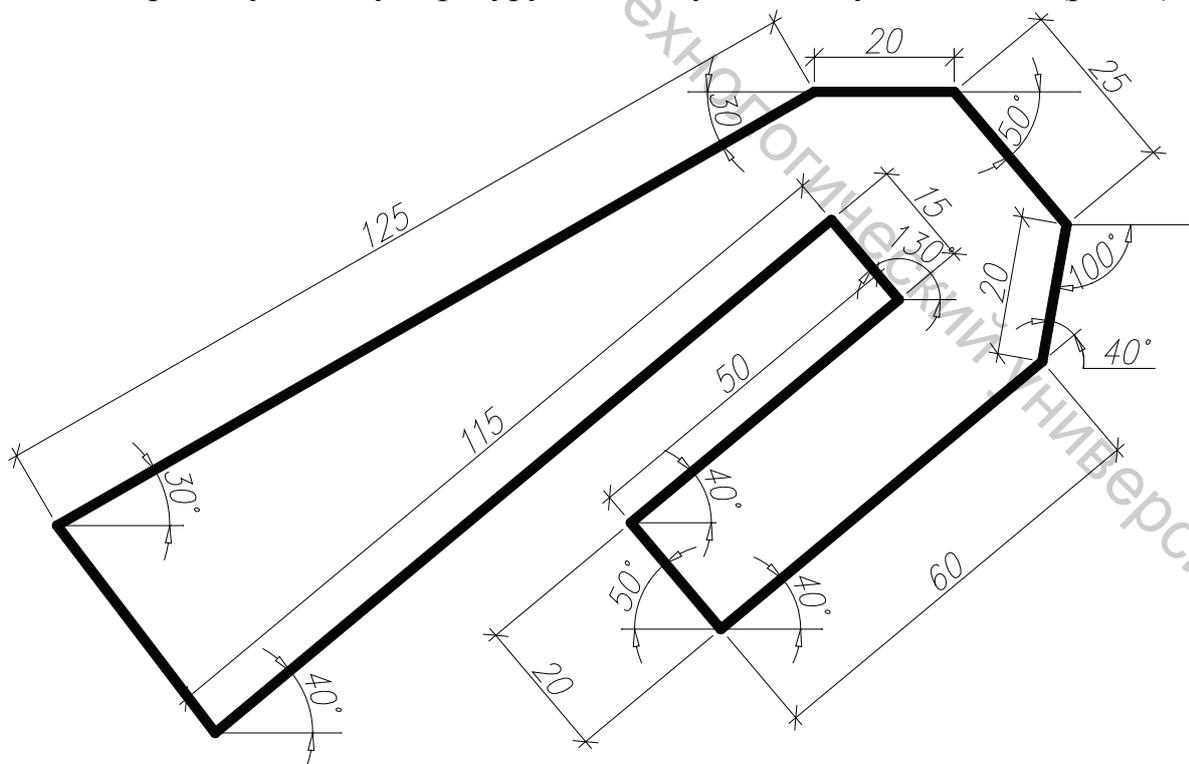


Рисунок 9 – Иллюстрация к заданию 2

### Задание 3

Построить геометрический объект, изображенный на рисунке 10.

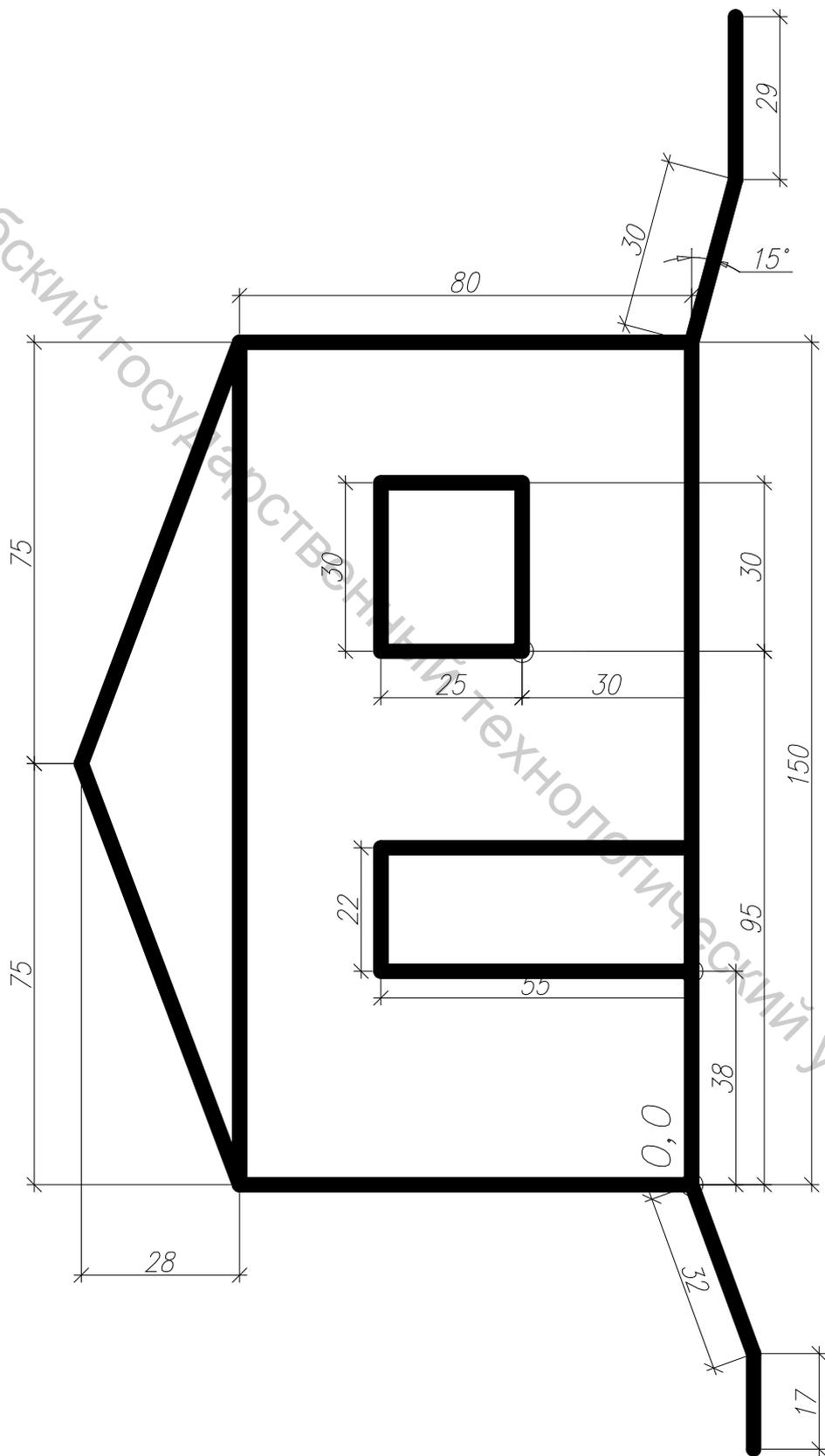


Рисунок 10 – Иллюстрация к заданию 3

## 2 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

### Цель работы

Ознакомиться с общими правилами выполнения архитектурно-строительных чертежей.

### Общие сведения

Проектом называется комплект технических документов, содержащий чертежи, расчёты, макеты, описания с обоснованием принятых решений и другие материалы, позволяющие судить об эксплуатационных, технических, экономических и художественных качествах предполагаемого к постройке объекта. Важной составной частью любого проекта здания или сооружения являются архитектурно-строительные чертежи. Планы, разрезы, фасады являются основными архитектурно-строительными чертежами. При разработке архитектурно-строительных чертежей должны быть соблюдены правила выполнения чертежей в соответствии с принятыми нормами.

Все чертежи и конструкторские документы выполняют на листах бумаги, форматы которых определены в ГОСТ 2.301-68. Размеры сторон листа и форматов должны соответствовать величинам, указанным в таблицах 1 и 2. Формат с размером сторон 841×1189 мм, площадь которого 1 м<sup>2</sup>, и другие, полученные путем последовательного деления большего формата на две равные части, являются основными.

Таблица 3 – Обозначения и размеры сторон основных форматов

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

Таблица 4 – Размеры сторон производных форматов

Кратность	Производные форматы, мм				
2	1189×1682	–	–	–	–
3	1189×2523	841×1783	594×1261	420×891	297×630
4	–	841×2378	594×1682	420×1189	297×841
5	–	–	594×2102	420×1486	297×1051
6	–	–	–	420×1783	297×1261
7	–	–	–	420×2080	297×1471
8	–	–	–	–	297×1682
9	–	–	–	–	297×1892

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам. Масштабы изображений на чертежах должны выбираться по ГОСТ 2.3020-68\* (табл. 5).

Таблица 5 – Масштабы

Масштаб уменьшения	Масштаб увеличения
1:2; 1:2,5; 1:4; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000.	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1;

ГОСТ 2.302-68\* устанавливает масштабы изображений и их обозначение на чертежах всех отраслей промышленности и строительства. При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применять масштабы 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000. Кроме того, можно применять масштабы увеличения  $(100n):1$ , где  $n$  – целое число.

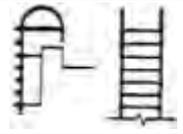
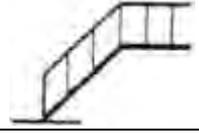
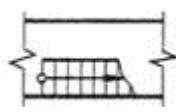
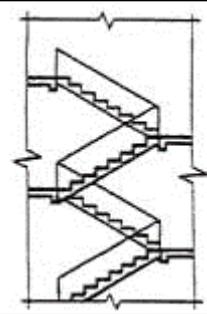
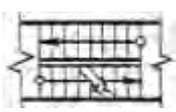
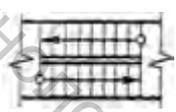
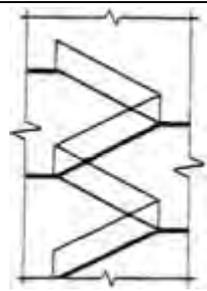
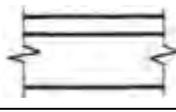
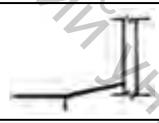
Кроме числовых, различают линейные, поперечные (десятичные) и угловые (пропорциональные) масштабы. Линейный масштаб на чертеже имеет вид линии с делениями, означающими какую-нибудь меру длины, например метр, километр и т. п. С помощью линейного масштаба можно без вычисления определить по чертежу действительные размеры предмета.

Угловой масштаб строят в виде прямоугольного треугольника, отношение катетов которого равно кратности изменения величины изображения. На чертеже необходимо указывать цифрами те размеры, которые изображенное изделие должно иметь или имеет в натуре, а не на чертеже.

Среди чертежей, выполненных в нескольких ортогональных проекциях, различают план, разрез и фасад. Каждое из этих изображений является ортогональной проекцией определенного аспекта трехмерного объекта или конструкции. Эти ортогональные проекции являются абстрактными изображениями, в том смысле, что не соответствуют оптической реальности. Концептуальная основа построения состоит в том, что мы знаем о предмете, а не на том, что мы видим. В архитектурном проектировании чертежи в ортогональных проекциях выполняются на двухмерной поверхности, на которой можно отразить формальные и пространственные особенности объекта, а также масштабные и пропорциональные соотношения композиции, в этих чертежах можно изменять размер, расположение и конфигурацию объекта, что удобно для передачи графической информации при создании проекта. Если поместить объект в прозрачный проекционный ящик, то можно определить главные картинные плоскости и сами изображения, которые ортогонально проецируются на эти плоскости. Каждое изображение ориентировано определенным образом по отношению к зрителю, изучающему объект. Каждое изображение играет важную роль в создании архитектурного проекта.

Таблица 6 – Условные графические изображения строительных конструкций и их элементов

Наименование	Изображение	
	В плане	В разрезе
<b>1. Перегородка из стеклоблоков</b> Примечание На чертежах в масштабе 1:200 и мельче допускается обозначение всех видов перегородок одной сплошной толстой основной линией		
<b>2. Проемы</b>		
2.1. Проем (проектируемый без заполнения)		
2.2. Проем, подлежащий пробивке в существующей стене, перегородке, покрытии, перекрытии		
2.3. Проем в существующей стене, перегородке, покрытии, перекрытии, подлежащий заделке Примечание В поясняющей надписи вместо многоточия указывают материал закладки		
2.4. Проемы:		
а) без четверти		
б) с четвертью		
в) в масштабе 1:200 и мельче, а также для чертежей элементов конструкции заводского изготовления		
<b>3. Пандус</b> Примечание. Уклон пандуса указывают в плане в процентах (например, 10,5 %) или в виде отношения высоты и длины (например, 1:7). Стрелкой на плане указано направление спуска		

<b>4. Лестницы</b>		
4.1. Лестница металлическая:		
а) вертикальная		
б) наклонная		
4.2. Лестница:		В масштабе 1:50 и крупнее
а) нижний марш		
б) промежуточные марши		В масштабе 1:100 и мельче, а также для схем расположения элементов сборных конструкций
в) верхний марш Примечание. Стрелкой указано направление подъема марша		
<b>5. Элемент существующий, подлежащий разборке</b>		
<b>6. Отмостка</b>		
<b>7. Колонна:</b>		
а) железобетонная:		
сплошного сечения двухветвевая		
б) металлическая:		
сплошностенчатая		
двухветвевая Примечание. Изображение А – для колонн без консоли, Б и В – для колонн с консолью		

<b>8. Ферма</b>		
Примечание. Изображение А – для фермы железобетонной, Б – для фермы металлической		
<b>9. Плита, панель</b>		

Таблица 7 – Условные изображения дверных и оконных проемов

Наименование	Изображение
<b>1. Двери, ворота</b>	
1.1. Дверь однопольная	
1.2. Дверь двупольная	
1.3. Дверь, двойная однопольная	
1.4. То же, двупольная	
1.5. Дверь однопольная с качающимся полотном (правая или левая)	
1.6. Дверь двупольная с качающимися полотнами	
1.7. Дверь (ворота) откатная однопольная	
1.8. Дверь (ворота) раздвижная двупольная	
1.9. Дверь (ворота) подъемная	
1.10. Дверь складчатая	
1.11. Дверь вращающаяся	
1.12. Ворота подъемно-поворотные	
<b>2. Переплеты оконные</b>	
2.1. Переплет с боковым подвесом, открывающийся внутрь	
2.2. То же, открывающийся наружу	
2.3. Переплет с нижним подвесом, открывающийся внутрь	
2.4. То же, открывающийся наружу	
2.5. Переплет с верхний подвесом, открывающийся внутрь	

2.6. То же, открывающийся наружу	
2.7. Переплет со средним подвесом горизонтальным	
2.8. То же, вертикальным	
2.9. Переплет раздвижной	
2.10. Переплет с подъемом	
2.11. Переплет глухой	
2.12. Переплет с боковым подвесом или с нижним подвесом, открывающийся внутрь Примечание. Вершину знака (изображенного штрихами) направлять к обвязке, на которую не навешивают переплет	

Наименование	Обозначения на планах
Водонагреватель:	
на твердом топливе	
на жидком топливе	
газовый	
электрический	
Плита кухонная	
газовая	
комбинированная	
Варочный котел	
Ванная для нагрева	

Рисунок 11 – Условные обозначения водонагревателей и плит

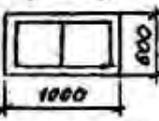
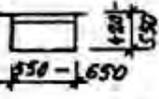
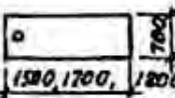
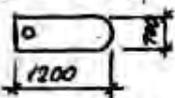
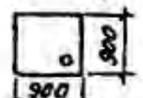
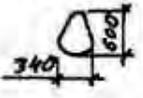
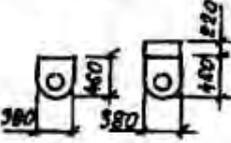
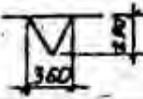
Оборудование	Обозначения на планах
Раковина	
Мойка кухонная на одно отделение	
Мойка кухонная на два отделения	
Умывальник	
Ванна обыкновенная	
Ванна сидячая	
Поддон душевой	
Биде	
Унитаз	
Бачок смывной	
Писсуар настенный	

Рисунок 12 – Условные графические обозначения элементов санитарно-технических устройств (ГОСТ 2786-70\*)

### 3 ПОСТРОЕНИЕ ПЛАНА ЭТАЖА

#### Цель работы

Приобрести навыки построения плана этажа в системе САПР AutoCAD.

#### Общие сведения

План – это ортогональная проекция, сделанная на горизонтальную картинную плоскость. План имитирует взгляд сверху вниз на предмет, здание или окружение. План определяет размеры объекта по длине и по ширине, но не по высоте, представляя размещение на горизонтальной плоскости элементов функции, формы и пространства. План не может дать точную информацию о вертикальных параметрах формы или пространства. Все планы, расположенные параллельно картинной плоскости, сохраняют размер, форму и пропорции в неизменном виде, но все планы, расположенные под углом по отношению к горизонтальной картинной плоскости, сокращены. В архитектурном черчении есть несколько типов плана, описывающих разные горизонтальные проекции строения: план этажа, план потолка, генплан участка и план крыши.

План этажа представляет собой сечение здания по горизонтали при удалении его верхней части. Планом этажа будет называться ортогональная проекция оставшейся части. На плане этажа обычно показаны размещение стен и колонн, форма и расположение внутренних помещений, размеры оконных и дверных проемов, а также взаимосвязь между помещениями, а также между внутренним и внешним пространством. При выполнении плана этажа положение условной горизонтальной секущей плоскости разреза принимают на уровне оконных проёмов или на 1/3 высоты изображаемого этажа, но эта высота может изменяться в зависимости от особенностей проекта здания. Горизонтальное сечение проходит сквозь все стены и колонны, а также сквозь оконные и дверные проемы. Ниже плоскости сечения видны пол, стойки, столешницы и другие горизонтальные плоскости.

Построение плана этажа. При выполнении планов зданий наносят модульную сетку координационных осей, маркируют их, затем производят построение основных контуров наружных и внутренних стен в соответствии с привязкой их к осям. Далее вычерчивают перегородки, оконные и дверные проемы, санитарно-технические помещения.

На планах должны быть показаны стыки между блоками и панелями наружных и внутренних стен крупноблочных, панельных, каркасно-панельных зданий и членение на объемные блоки объемно-блочных зданий с указанием марок крупных элементов.

Координационные оси зданий наносят тонкими штрихпунктирными линиями и обозначают слева направо арабскими цифрами (поперечные оси) и снизу вверх буквами русского алфавита (продольные оси) в кружках диаметром 6–12 мм.

С левой и нижней сторон плана здания следует показывать три размерные линии:

первая – размеры крупноэлементных стеновых конструкций;  
вторая – расстояние между всеми разбивочными осями, привязка стен;  
третья – габаритные размеры здания, т. е. расстояние между крайними разбивочными осями.

Первую размерную линию наносят на расстоянии 14 мм от стен, вторую и третью – на расстоянии 7 мм. Размерную линию на ее пересечении с выносными линиями или координационными осями ограничивают засечками в виде линий длиной 2–4 мм, проводимых с наклоном вправо под углом  $45^\circ$  к размерной линии.

Санитарно-технические приборы вычерчивают в соответствии с их условными обозначениями и габаритными размерами. На планах необходимо показывать дверные полотна под углом  $30^\circ$  к оси стены. Оконные проемы на планах зданий из крупноразмерных элементов изображают без четвертей. На планах должны быть также нанесены линии разрезов с указанием направления проектируемых плоскостей, марки окон и дверей.

В наиболее характерных местах плана располагают продольную и поперечную размерные линии с указанием размеров пересеченных конструкций и помещений. Площади помещений проставляют в нижнем правом углу плана и подчеркивают толстой линией.

Названия изображений располагают над изображением, не подчеркивая. В названиях планов указывают отметку чистого пола этажа или номер этажа, например: «План на отм.  $\pm 0,000$ » или «План типового этажа».

План рекомендуется выполнять в последовательности (рис. 13):

1. Нанести координационные оси, сначала продольные, потом поперечные (рис. 13 а), штрихпунктирной линией с длинными штрихами толщиной от 0,3 до 0,4 мм. На планах разбивочные оси выводят за контур стен и маркируют. Для маркировки осей по большей стороне здания используют арабские цифры 1, 2, 3 и т. д., слева направо, а по меньшей стороне используют буквы русского алфавита А, Б, В и т. д., за исключением букв З, Й, О, Х, Ы, Ь, Ъ. Маркировку буквами ведут снизу вверх. Координационные (модульные) оси являются условными геометрическими линиями. Они служат для привязки здания к строительной координационной сетке и реперам генерального плана, а также для определения положения несущих конструкций (несущих стен и колонн).

2. Прочерчивают тонкими линиями контуры продольных и поперечных наружных и внутренних капитальных стен и колонн (рис. 16 б). В наружных несущих стенах координационная ось проходит от внутренней плоскости стен на расстоянии, равном половине номинальной толщины внутренней несущей стены (рис. 13 г), кратном модулю или его половине. В кирпичных стенах это расстояние «а» принимают равным 100 мм или 200 мм. Допускается проводить разбивочные оси по внутренней плоскости навесных и самонесущих стен.

3. Вычерчивают контуры перегородок контурными линиями (рис. 13 в). Перегородки не представляют одно целое с несущими стенами. Контуры перегородок имеют меньшую толщину, чем несущие стены.

4. Выполняют разбивку оконных и дверных проемов (рис.13 г) и обводят контуры капитальных стен и перегородок линиями соответствующей толщины.

5. Вычерчивают условные обозначения лестниц, санитарно-технического и прочего оборудования в масштабе плана, а также указывают направление открытия дверей (рис. 13 д).

6. Наносят выносные, размерные линии и маркировочные кружки (рис. 13 е).

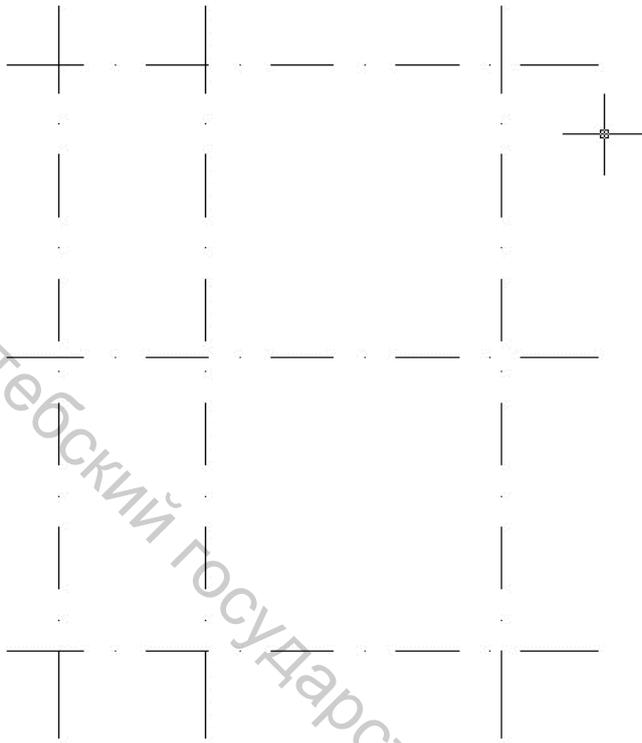
7. Проставляют необходимые размеры, марки осей и других элементов (рис. 13 ж). В габаритах плана указывают размеры помещений, толщины стен, перегородок, привязку их к разбивочным (координационным) осям. Наносят размеры проемов во внутренних стенах, в кирпичных перегородках. Размеры дверных проемов в перегородках на плане можно не показывать. За габаритом плана (внешним контуром стен) в первой цепочке наносят размеры, указывающие ширину оконных и дверных проемов, простенков и выступающих частей здания с привязкой их к координационным осям. Вторая цепочка включает в себя размеры между осями капитальных стен и колонн. В третьей цепочке записывают размеры между координационными осями крайних наружных стен. Обычно размеры проставляются со всех четырех сторон плана.

Площади помещений (чаще для гражданских зданий) проставляют в правом нижнем углу и подчеркивают.

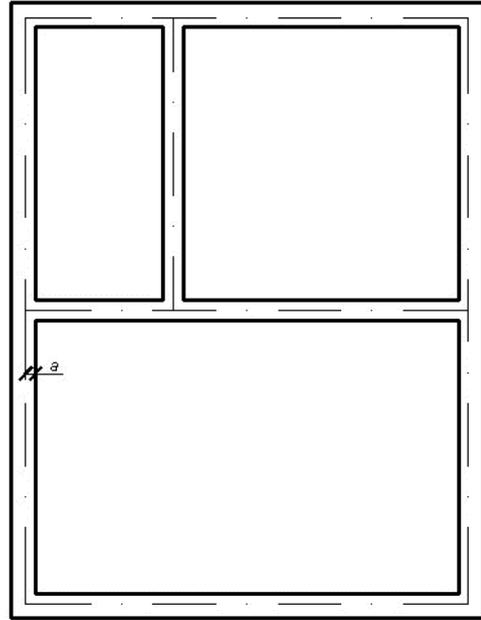
8. Выполняют необходимые надписи (рис. 13 ж).

9. Обозначают секущие плоскости разрезов. Направление стрелок, т. е. направление взгляда, рекомендуется принимать снизу вверх или слева направо. Секущие плоскости разрезов обозначают буквами русского алфавита или цифрами.

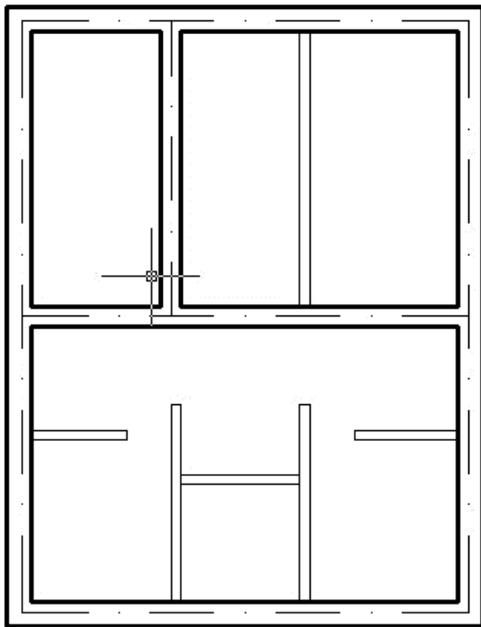
Витебский государственный технологический университет



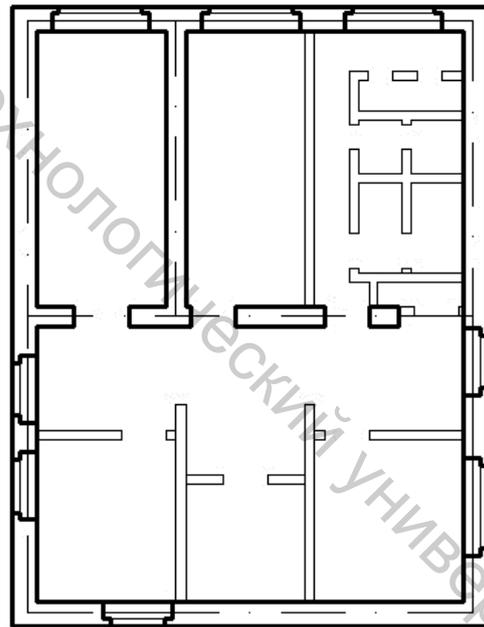
**а**



**б**

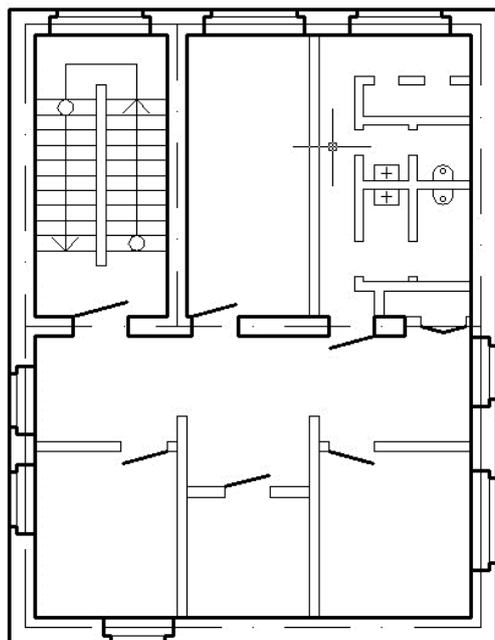


**в**

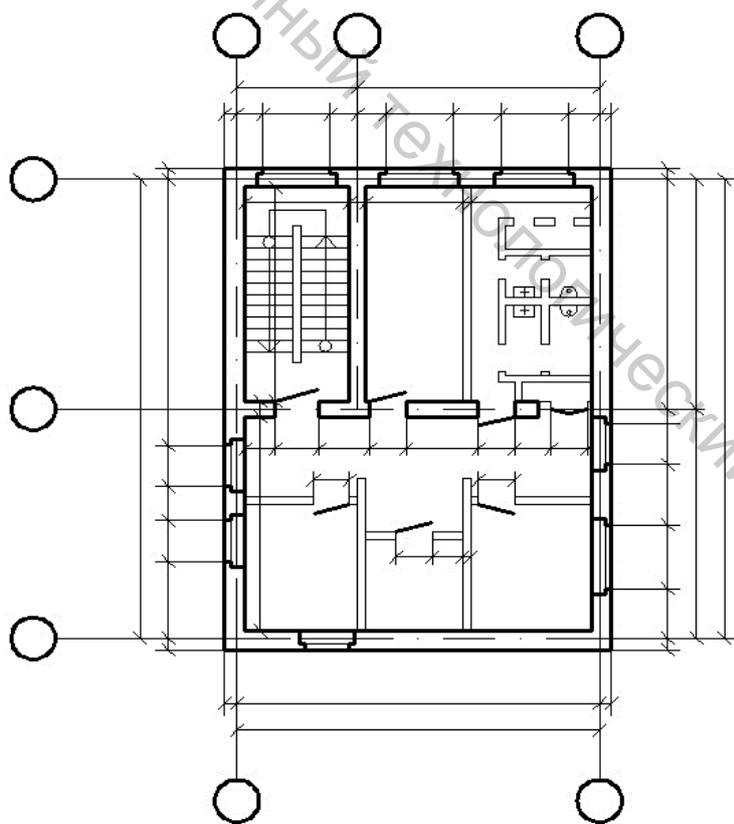


**г**

Витебский государственный технический университет



д



е

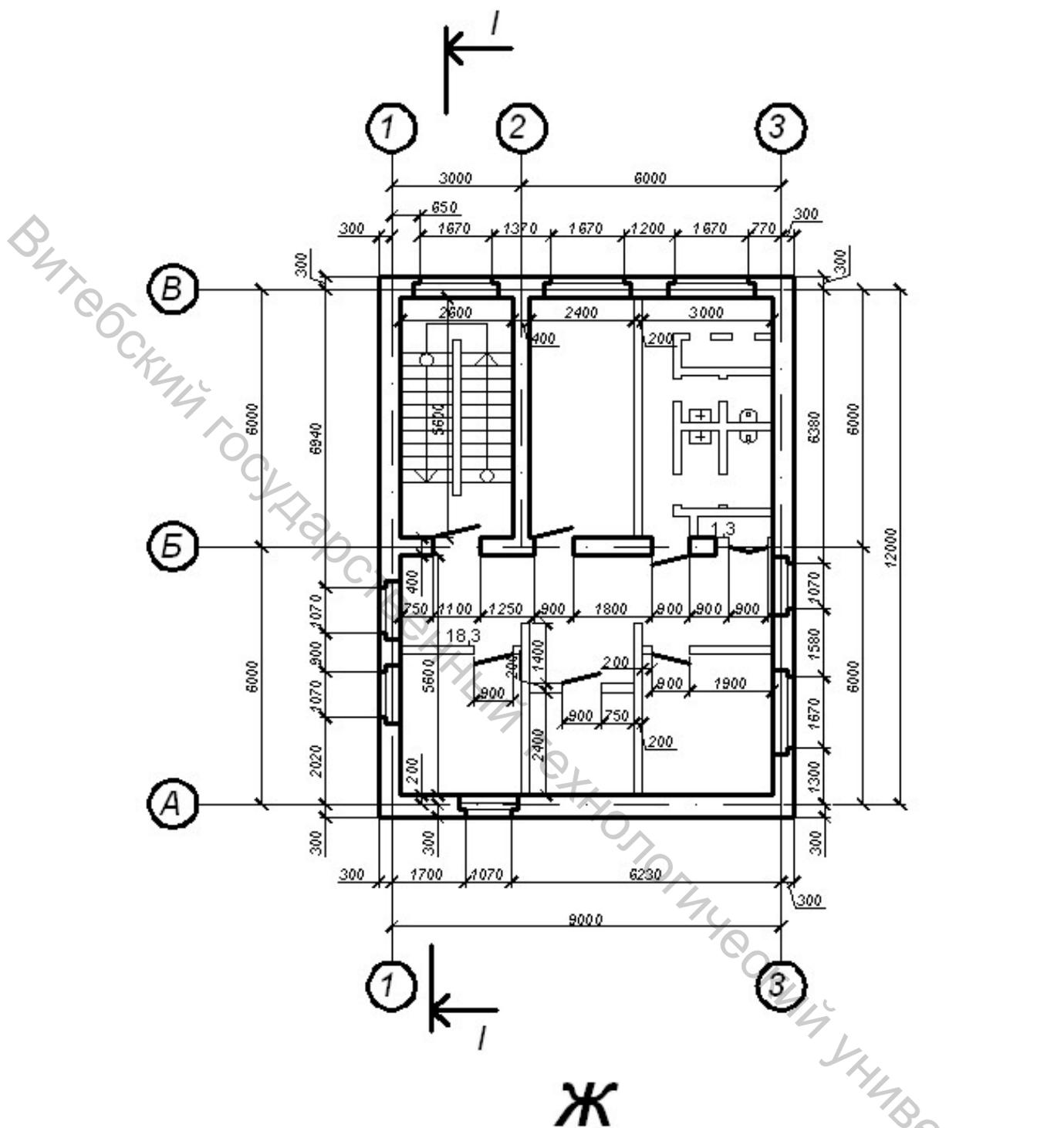


Рисунок 13 – Построение плана этажа

**Задание.** В соответствии с вариантом построить план 1 и 2 этажа. Планировку 2-го этажа (расстановку перегородок) выполнить самостоятельно. Несущие стены – кирпич, толщина 500 мм. Варианты заданий приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Варианты задания

### План первого этажа



Вариант 1

### План первого этажа



Вариант 2

План первого этажа



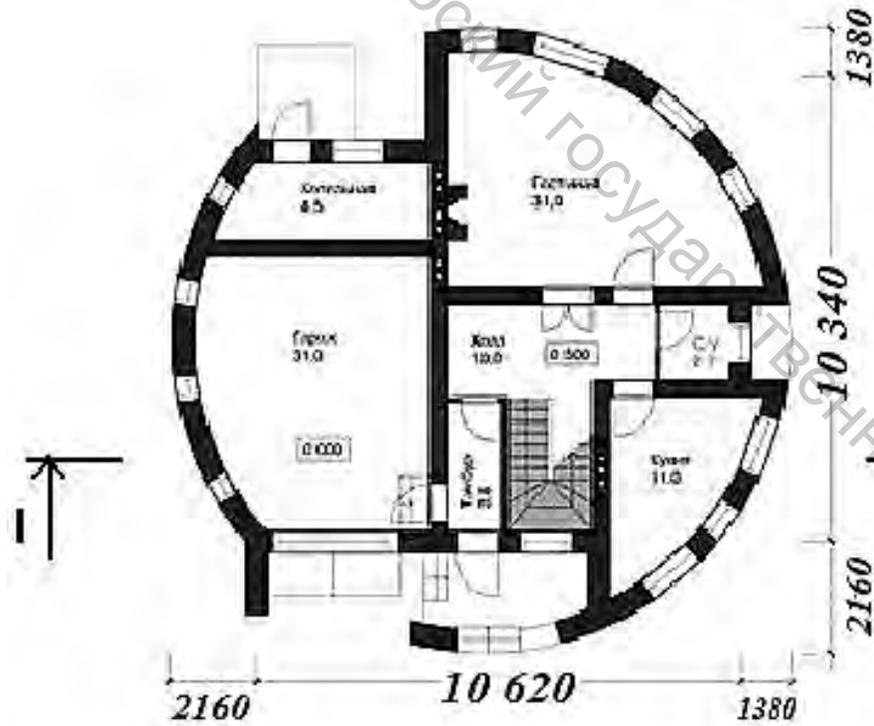
Вариант 3

План первого этажа



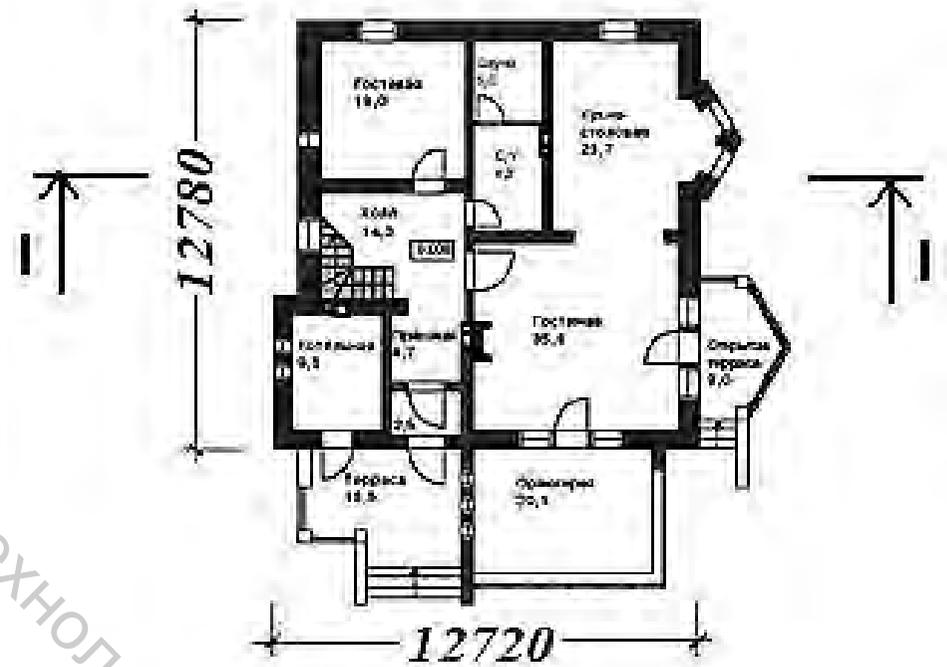
Вариант 4

План первого этажа



Вариант 5

План первого этажа



Вариант 6

### План первого этажа



Вариант 7

### План первого этажа



Вариант 8

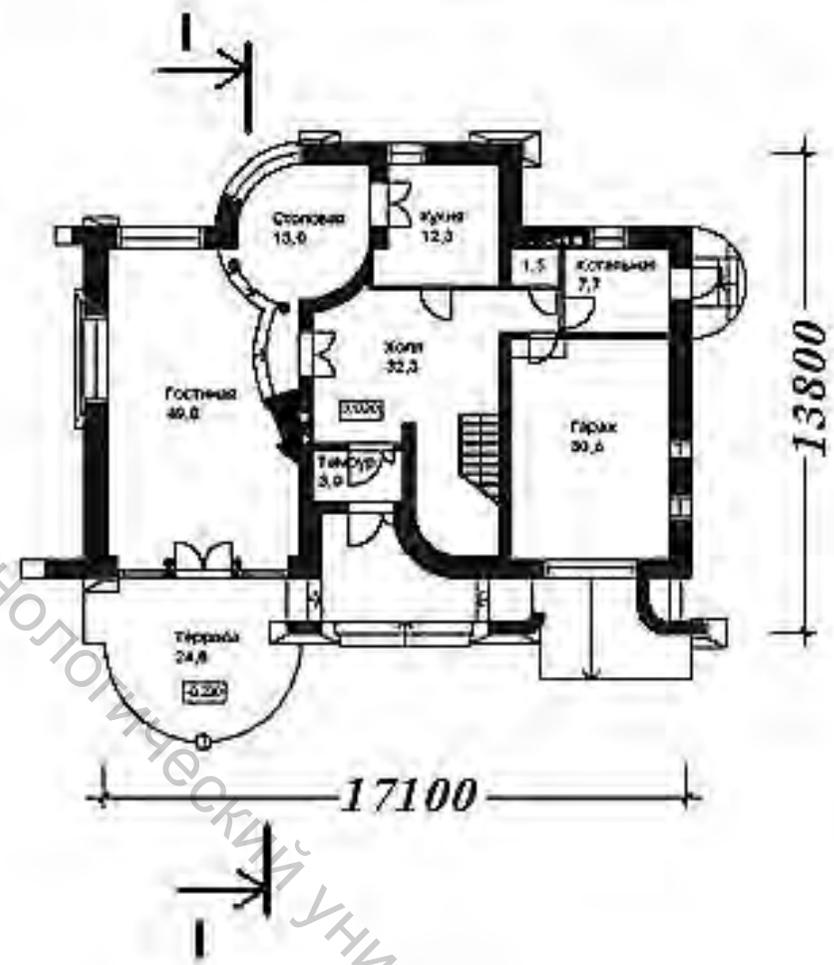
Витебский государственный технологический университет

### План первого этажа



Вариант 9

### План первого этажа



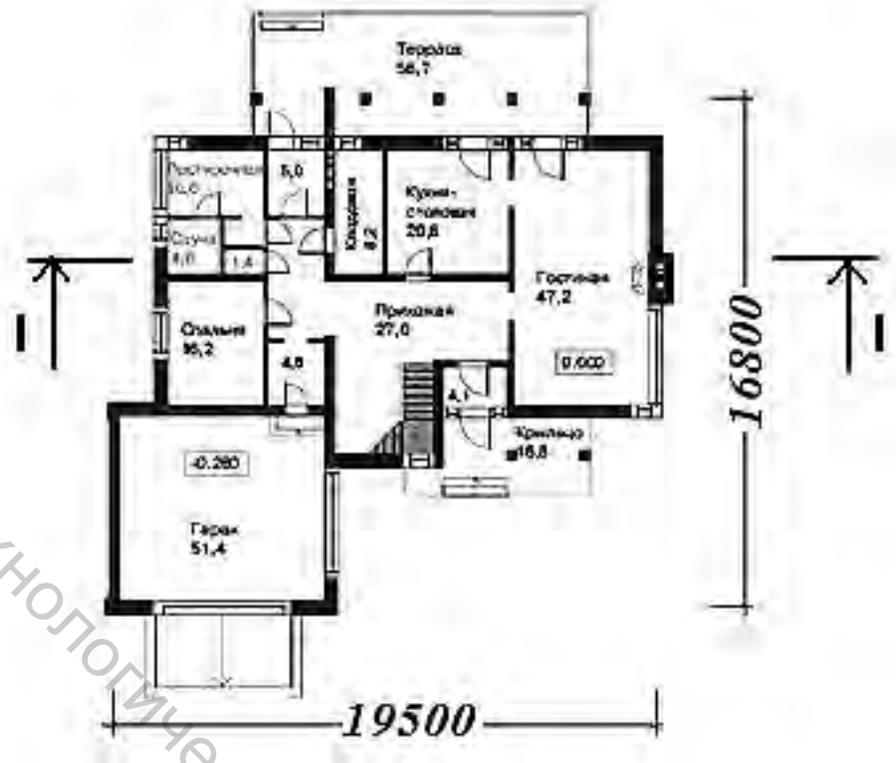
Вариант 10

План первого этажа



Вариант 11

План первого этажа



Вариант 12

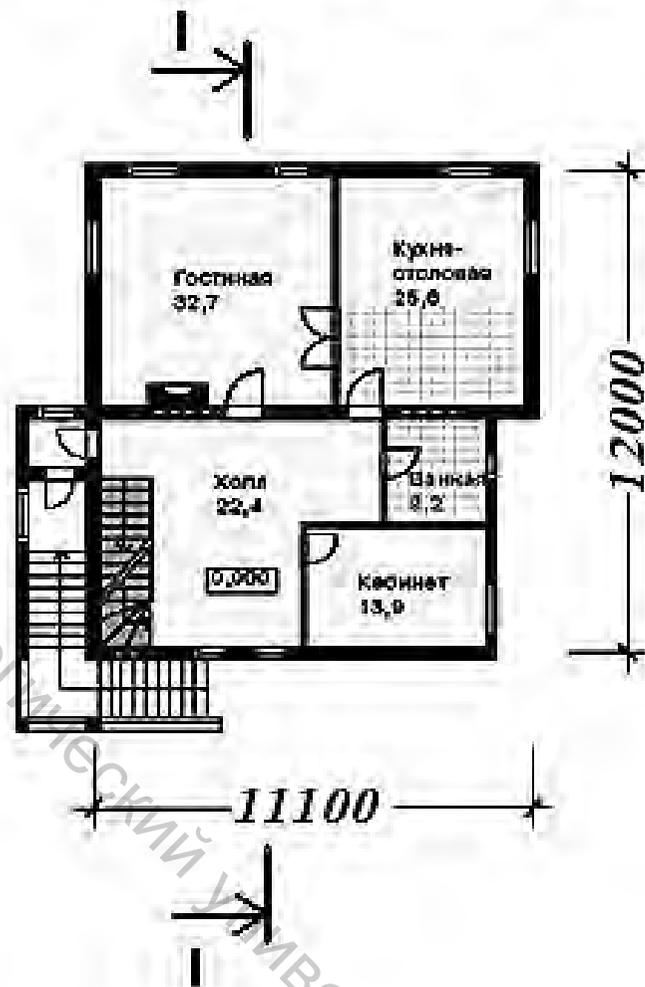
Витебский государственный технологический университет

### План первого этажа



Вариант 13

### План первого этажа



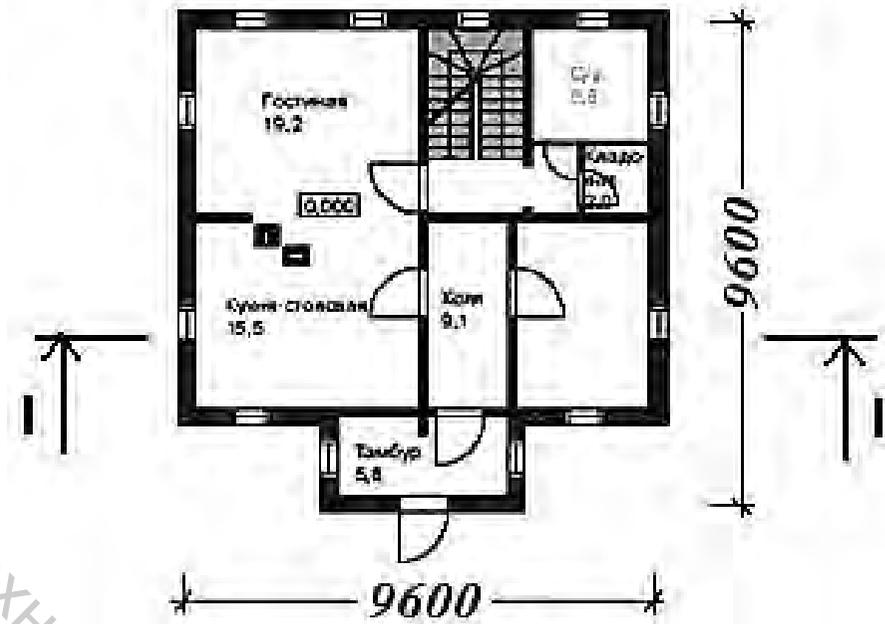
Вариант 14

### План первого этажа



Вариант 15

### План первого этажа



Вариант 16

## 4 ПОСТРОЕНИЕ РАЗРЕЗА ЗДАНИЯ

### Цель работы

*Приобрести навыки построения разреза в системе САПР AutoCAD.*

### Общие сведения

Разрез – это ортогональная проекция объекта. Теоретически производить разрез можно в любом направлении, но для того, чтобы отличать разрез от плана этажа, его делают обычно в вертикальной плоскости.

В архитектурной графике в первую очередь выполняют разрез здания, чтобы показать взаиморасположение пола, стен и крыши, связь между ними, указывают их размеры и вертикальный масштаб сооружения, определяемый этими элементами.

Разрез здания – это вертикальное сечение здания, представьте, что вы разрежали здание по вертикали, а затем отодвинули одну часть. Разрезом здания будет называться ортогональная проекция оставшейся части здания, расположенная параллельно вертикальной картинной плоскости или совпадающая с плоскостью сечения.

Разрезы здания показывают форму и вертикальный масштаб внутреннего пространства, расположение дверных и оконных проемов в этом пространстве, взаимосвязь между внутренними помещениями по вертикали, а также взаимосвязь внешнего и внутреннего пространства.

Позади плоскости сечения видны развертки внутренних стен, а также предметы, которые находятся в помещении позади вертикальной плоскости сечения.

Местоположение плоскости сечения на чертеже обозначают условной штрихпунктирной линией, состоящей из толстых, довольно длинных отрезков.

Разрезная линия по зданию должна быть непрерывной и параллельной основным стенам. Допускается использовать также и ломаную линию сечения только в тех случаях, когда это необходимо.

У зданий с симметричным планом плоскость сечения располагается вдоль оси симметрии, в остальных случаях плоскость сечения проходит по самым значительным участкам здания и в том направлении, которое позволяет показать характерные особенности пространства (рис. 14).

Одного разреза, как правило, недостаточно для создания полной картины, кроме тех случаев, когда планировка здания чрезвычайно проста.

Разрезы бывают архитектурные и конструктивные.

Конструктивные разрезы входят в рабочие чертежи проекта здания. В них показывают все конструктивные элементы здания и наносят необходимые размеры и отметки.

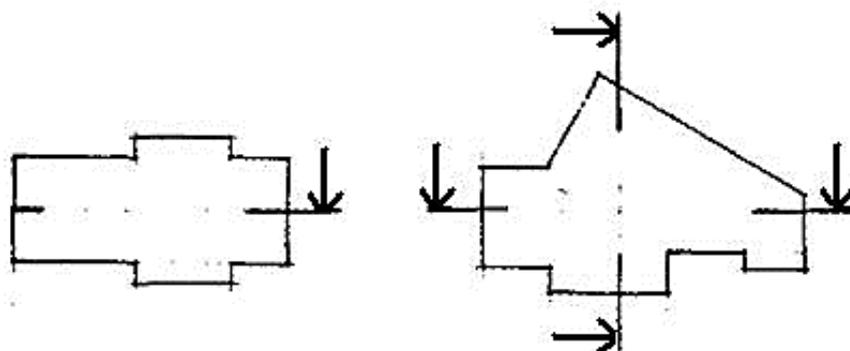


Рисунок 14 – Расположение линии разреза

Архитектурный разрез служит для определения композиционных сторон внутренней архитектуры. На нем показывают высоту помещений, оконных, дверных проемов, цоколя и других архитектурных элементов. Высота этих элементов, связанных с архитектурной отделкой, чаще всего определяется отметками. На архитектурном разрезе толщину чердачного перекрытия, конструкции крыш, перекрытий и фундаментов не показывают.

В архитектурных разрезах зданий и сооружений пол на грунте изображают одной толстой линией. Пол на перекрытии и кровлю вычерчивают одной сплошной тонкой линией. Такое изображение пола на грунте, перекрытии и кровле дается независимо от числа слоев в их конструкции. Состав и толщину слоев пола и кровли указывают в выносной надписи.

На разрезах должны быть нанесены все размеры и отметки, необходимые для определения расположения отдельных элементов здания.

Архитектурный разрез здания может выполняться в следующей последовательности при использовании данных плана здания:

1. Проводят горизонтальную прямую, которую принимают за уровень пола первого этажа (отм. 0.000). Затем проводят вторую линию, соответствующую планировочной отметке земли (рис. 15 а).

2. Проводят вертикальные линии, соответствующие координационным осям в соответствии с планом (оси стен) (рис. 15 б).

3. По обе стороны от вертикальных линий на расстоянии, определяющем толщину наружных, внутренних стен и перегородок, попавших в разрез, проводят их контуры тонкими линиями (рис. 15 в).

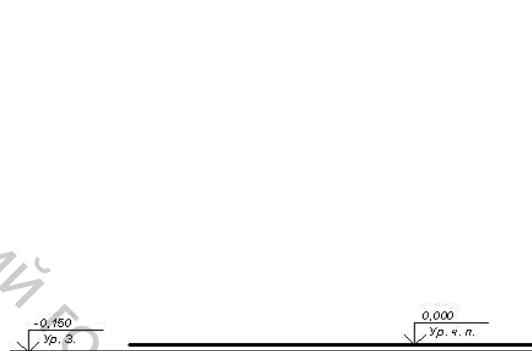
4. Проводят горизонтальные линии контура пола, потолка, перекрытий и т. п. (рис. 15 г). Линия нижнего контура чердачного помещения должна соответствовать низу чердачного перекрытия, а линия верхнего контура – верху крыши, т. е. кровле. Расстояние от пола до низа оконного проема – от 700 до 800 мм, а от верха проема до потолка – около 400 мм.

5. Вычерчивают контуры перекрытий (рис. 15 д).

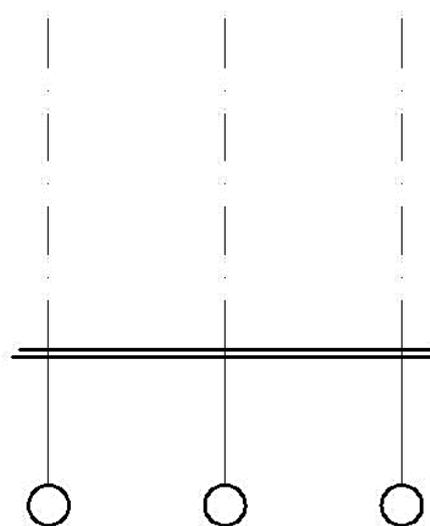
6. Изображают другие элементы здания, расположенные за секущей плоскостью (крышу, перегородки, окна, двери и др.) (рис. 15 е).

7. Проводят выносные и размерные линии, вычерчивают знаки высотных отметок (рис. 15 ж).

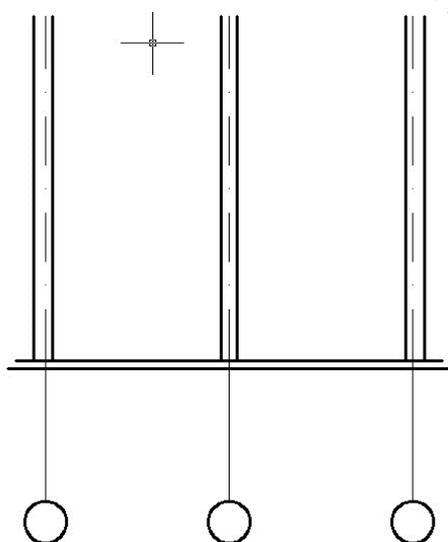
8. Обводят контуры разреза линиями соответствующей толщины, наносят необходимые размеры, отметки, марки осей и т. п. Делают необходимые надписи (рис. 15 з).



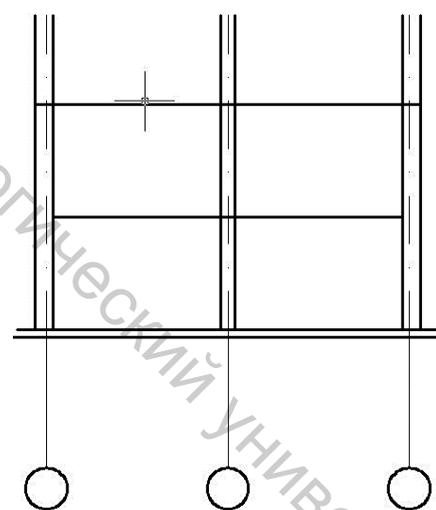
а



б



в



г

Витебский государственный технологический университет

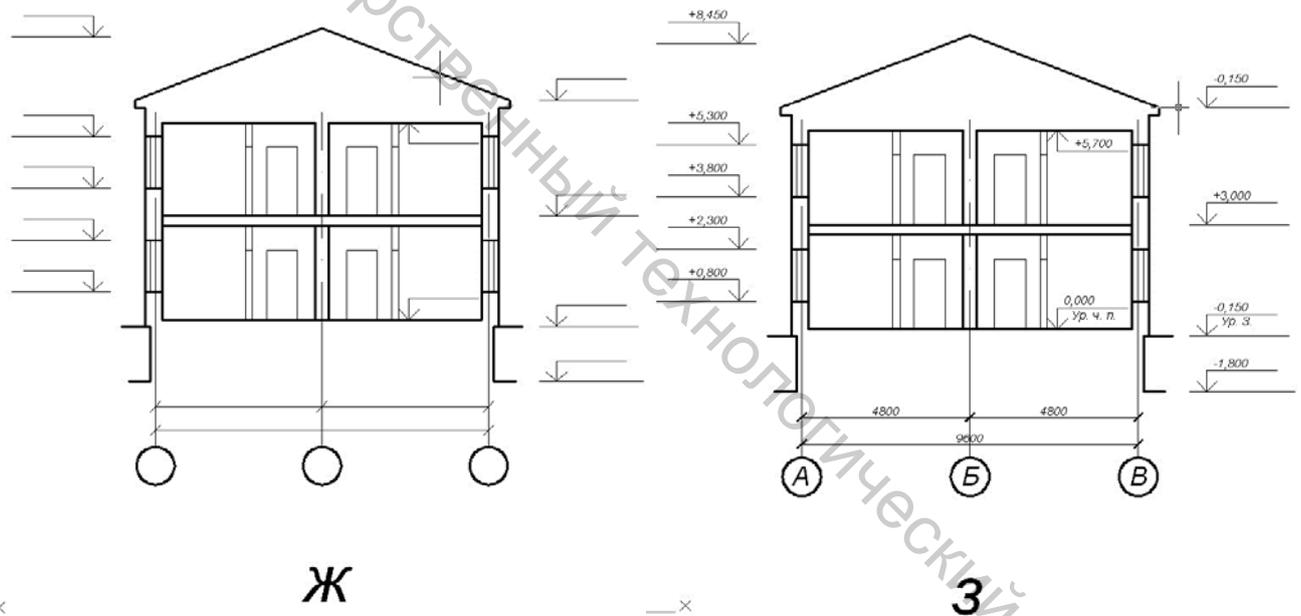
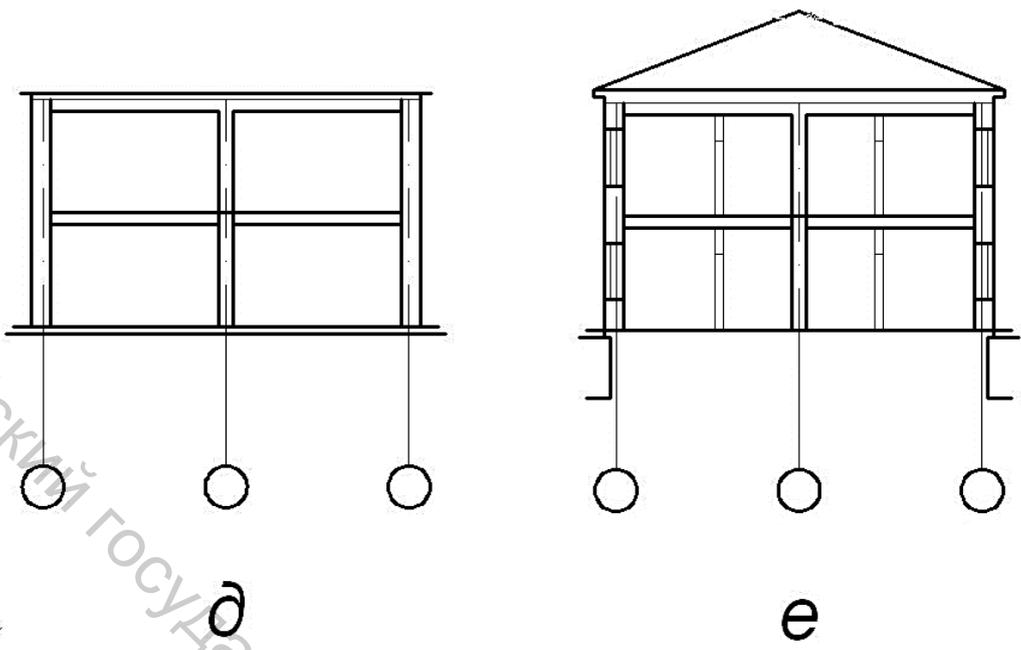


Рисунок 15 – Построение разреза

**Задание.** Используя построенные планы этажей выполнить архитектурный разрез здания (высоту этажей здания выбрать из диапазона: 2,7 м; 3,0 м; 3,3 м; 3,6 м; форму крыши выбрать самостоятельно).

## 5 ПОСТРОЕНИЕ ФАСАДА ЗДАНИЯ

### Цель работы

*Приобрести навыки построения фасада здания в системе САПР AutoCAD.*

### Общие сведения

Фасадом называется ортогональная проекция сооружения на вертикальную картинную плоскость, расположенную параллельно одной из основных сторон этого сооружения. В отличие от плана, фасад передает изображение вертикальной плоскости объекта и предлагает нашему вниманию вид, который имеет близкое сходство с видом объекта с натуры.

Чертеж фасада дает представление о внешнем виде здания, его функциональной принадлежности, архитектуре и о соотношениях его отдельных частей. Главным фасадом называют вид здания со стороны улицы или площади.

Размеры, имеющиеся на плане и поперечном разрезе, дают возможность вычертить фасад здания. На чертежах фасадов указывают отметки уровня земли, верха стен, элементов фасадов.

Чертеж фасада здания можно выполнить в следующей последовательности (рис. 16):

1. Проводят горизонтальную прямую линию толщиной, принятой для обводки фасада. Ее выводят за контур фасада здания примерно на 30 мм (рис. 16 а).

2. Проводят вторую горизонтальную линию на расстоянии 1,5 мм от первой – линия отмотки (рис. 16 б).

3. Вычерчивают тонкими линиями горизонтальные линии цоколя, низа и верха проемов (оконных и дверных), карниза, конька и других элементов здания (рис. 16 в).

4. Проводят вертикальные линии координационных осей, стен, оконных и дверных проемов и т. п. (рис. 16 г).

5. Вычерчивают ограждения балконов, дымовые и вентиляционные трубы и другие архитектурные детали фасада (рис. 16 д). Наносят ссылочные кружки, обозначают элементы фасада, изображаемые на фрагментах, кружки координационных осей, выносные линии и знаки высотных отметок.

6. Проставляют высотные отметки, марки осей, размеры, надписи (рис. 16 е).

**Задание 1.** Используя построенные планы этажей и архитектурный разрез здания, построить фасад здания со стороны основного входа (цветовое решение фасада выбрать самостоятельно).

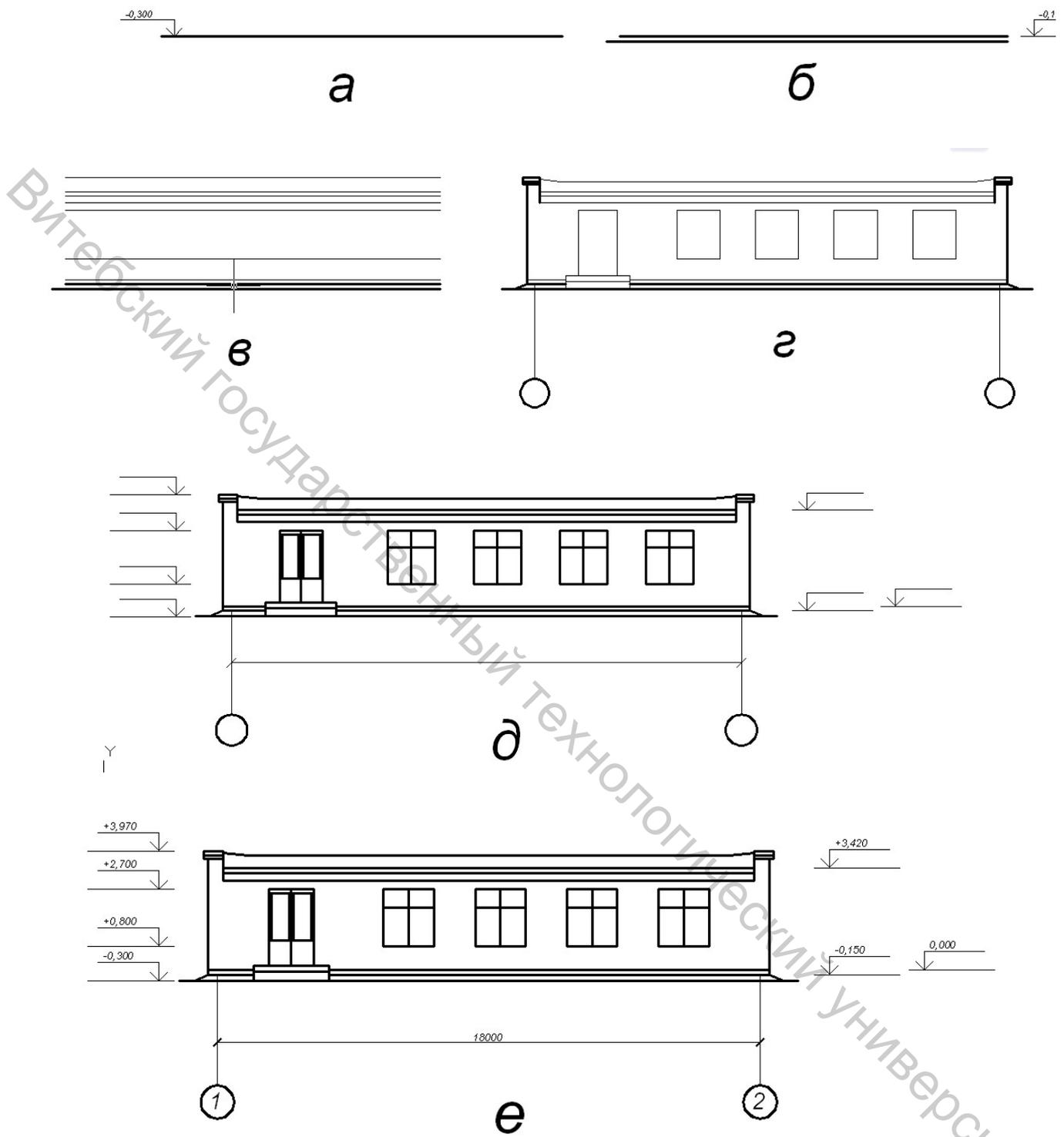


Рисунок 16 – Построение фасада здания

## 6 РЕКОНСТРУКЦИЯ И ПЕРЕПЛАНИРОВКА

### **Цель работы**

*Приобрести навыки построения планов реконструкции и перепланировки жилых и производственных помещений.*

### **Общие сведения**

Основная цель переустройства зданий и сооружений – приведение их в соответствие с требованиями пользователей методами архитектурно-планировочного и функционального преобразования.

Переустройство зданий – это комплекс работ, проводимых для улучшения эксплуатационных качеств здания и включающих в себя капитальный ремонт, модернизацию, реконструкцию, аварийно-восстановительные работы и реставрацию.

Модернизация здания – приведения здания в соответствии с современными требованиями проживания и эксплуатации.

Реконструкция здания – переустройство здания с изменением строительного объема, назначения, внешнего вида.

Аварийно-восстановительные работы – это устранение повреждений, возникших в результате стихийных бедствий или деятельности человека (техногенный фактор).

Реставрация – комплекс мероприятий, обеспечивающих восстановление утраченного архитектурно-исторического облика здания.

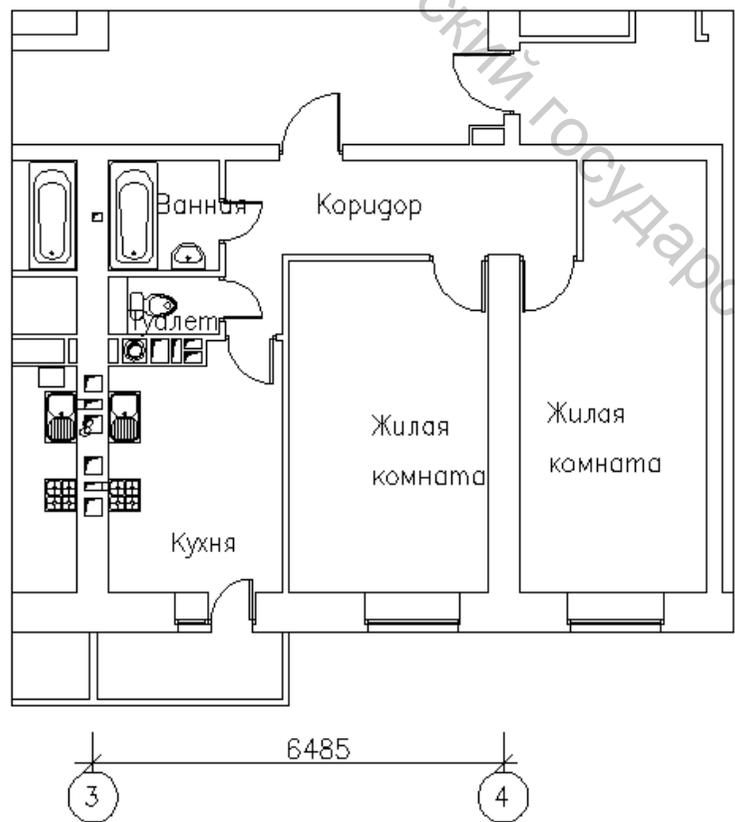
Текущий ремонт здания – это систематически проводимые работы по предохранению его отдельных частей и инженерного оборудования от преждевременного износа, а также устранение незначительных повреждений. Он включает в себя плановый профилактический ремонт и непредвиденный (аварийный) ремонт.

Капитальный ремонт – необходимая замена или восстановление основных конструкций и инженерного оборудования зданий в связи с их износом и разрушением.

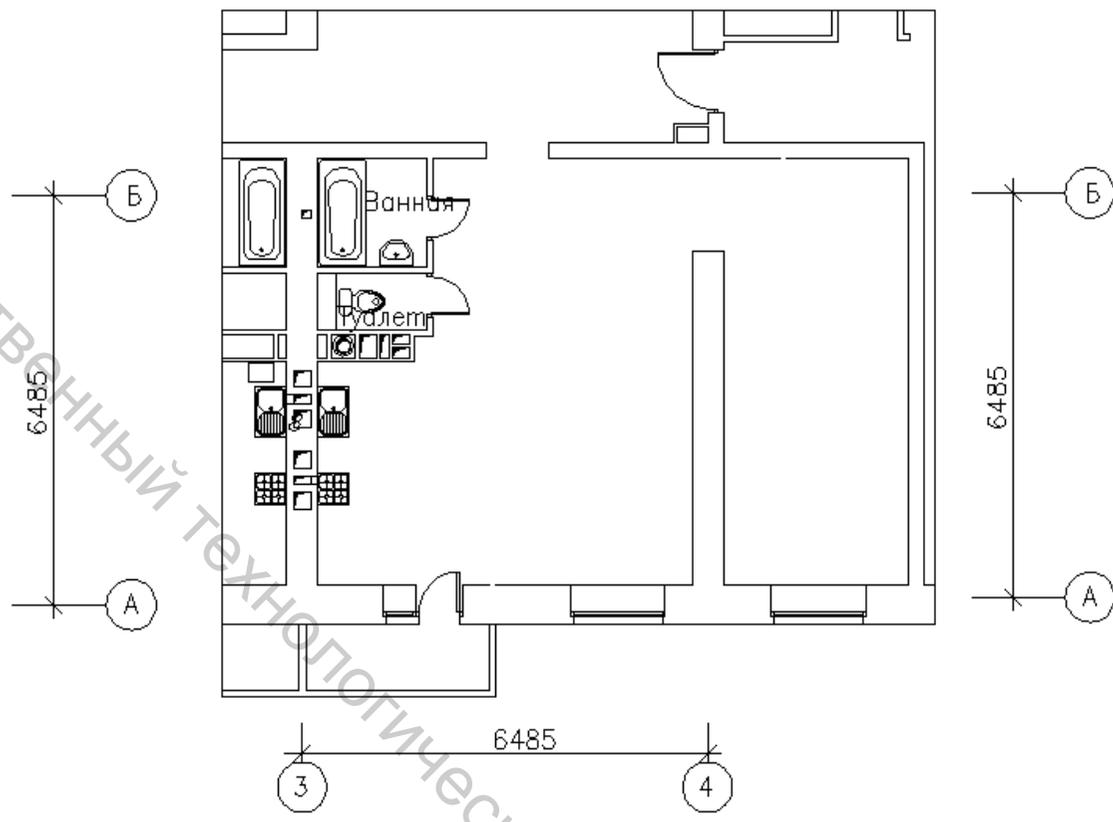
Срок службы здания – это календарная продолжительность функционирования конструктивных элементов и здания в целом, при условии осуществления мероприятий технического обслуживания и ремонта.

**Задание 1.** Используя план этажа (табл. 9), выполнить перепланировку или реконструкцию помещения. После перепланировки или реконструкции указать площади помещений.

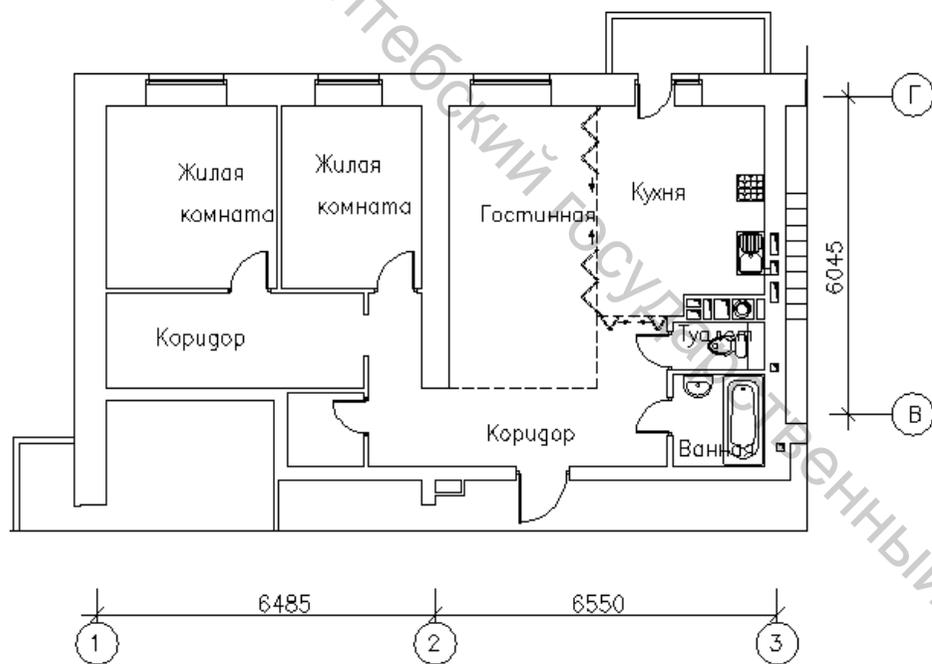
Таблица 9 – План этажа здания



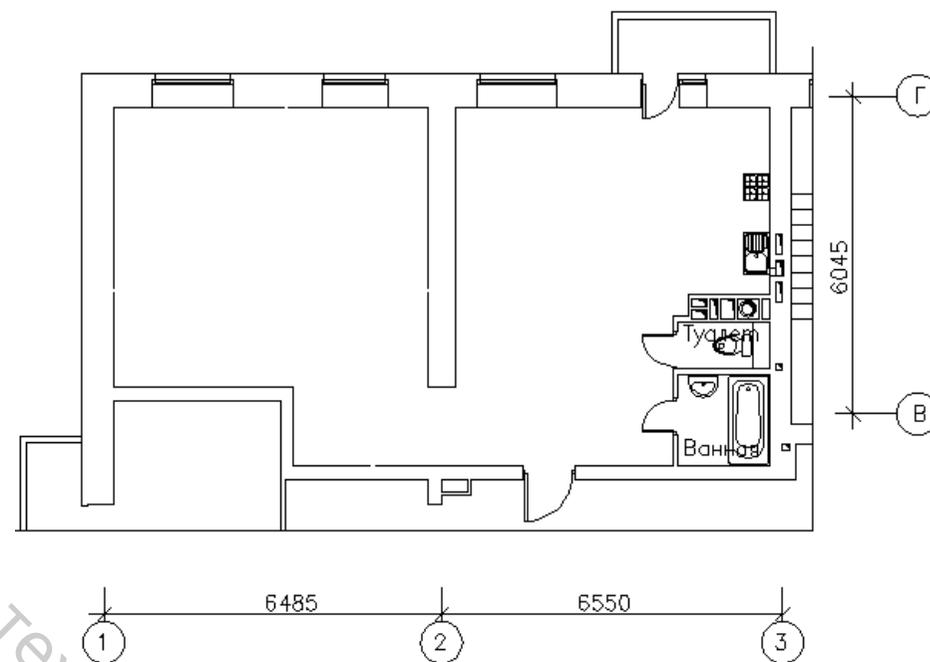
Вариант 1 (перепланировка)



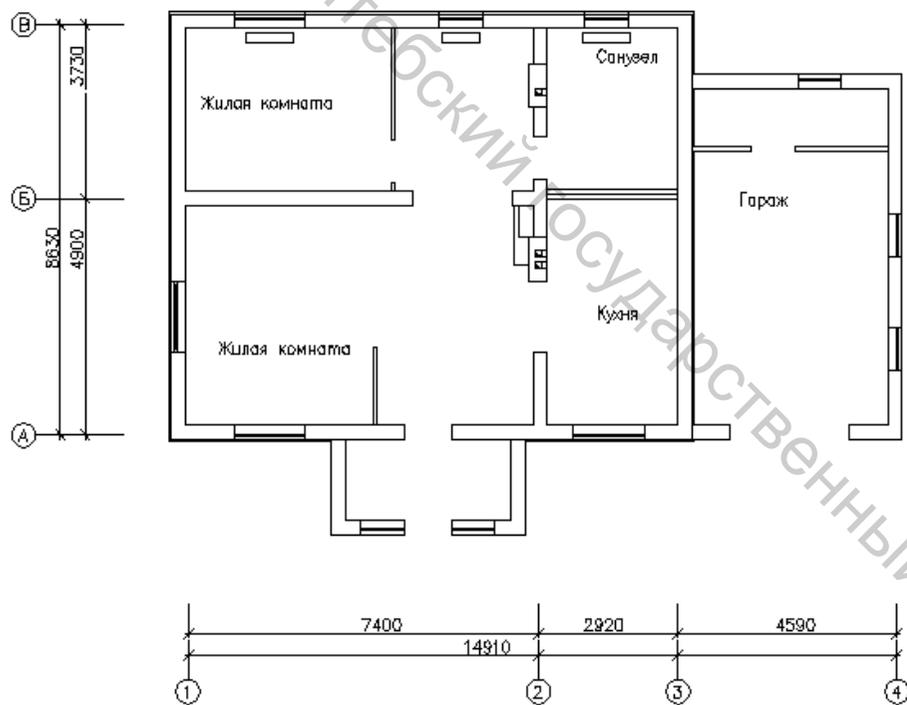
Вариант 2 (реконструкция)



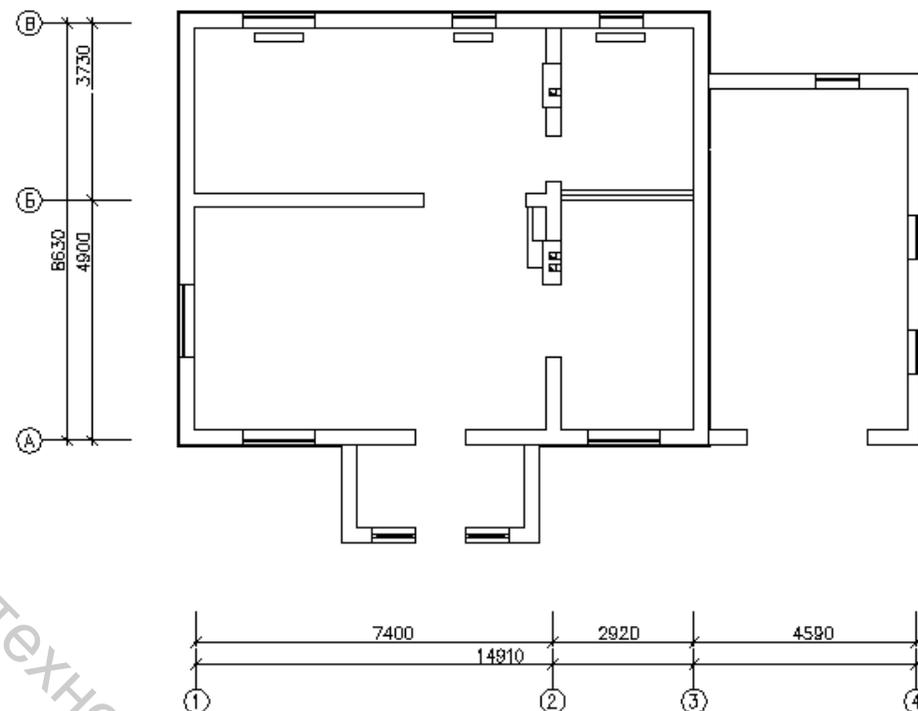
Вариант 3 (перепланировка)



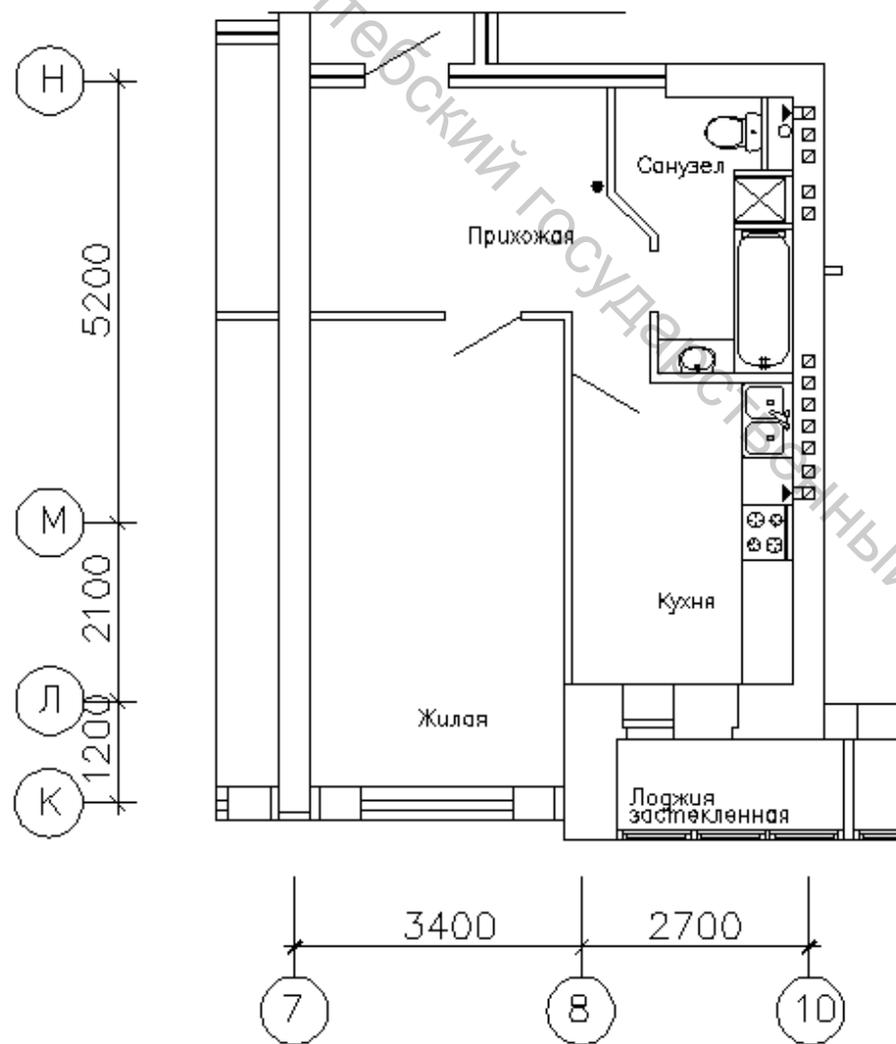
Вариант 4 (реконструкция)



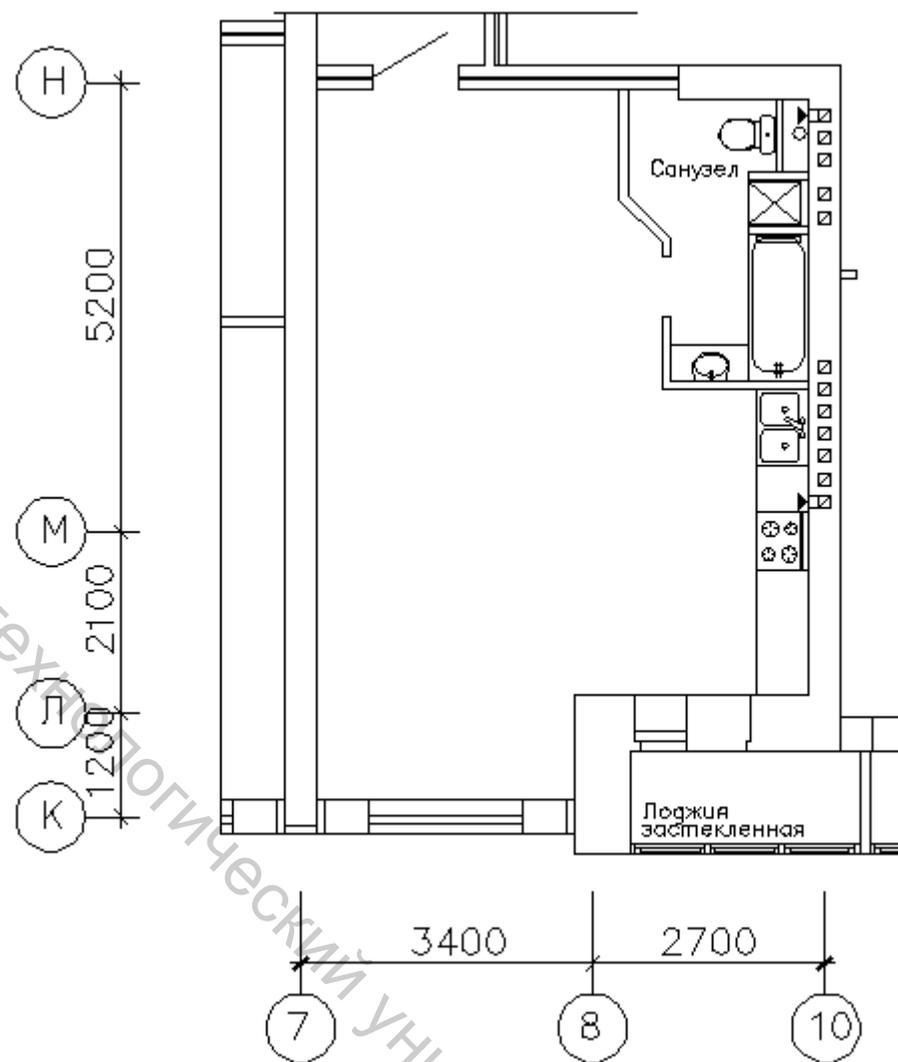
Вариант 5 (перепланировка)



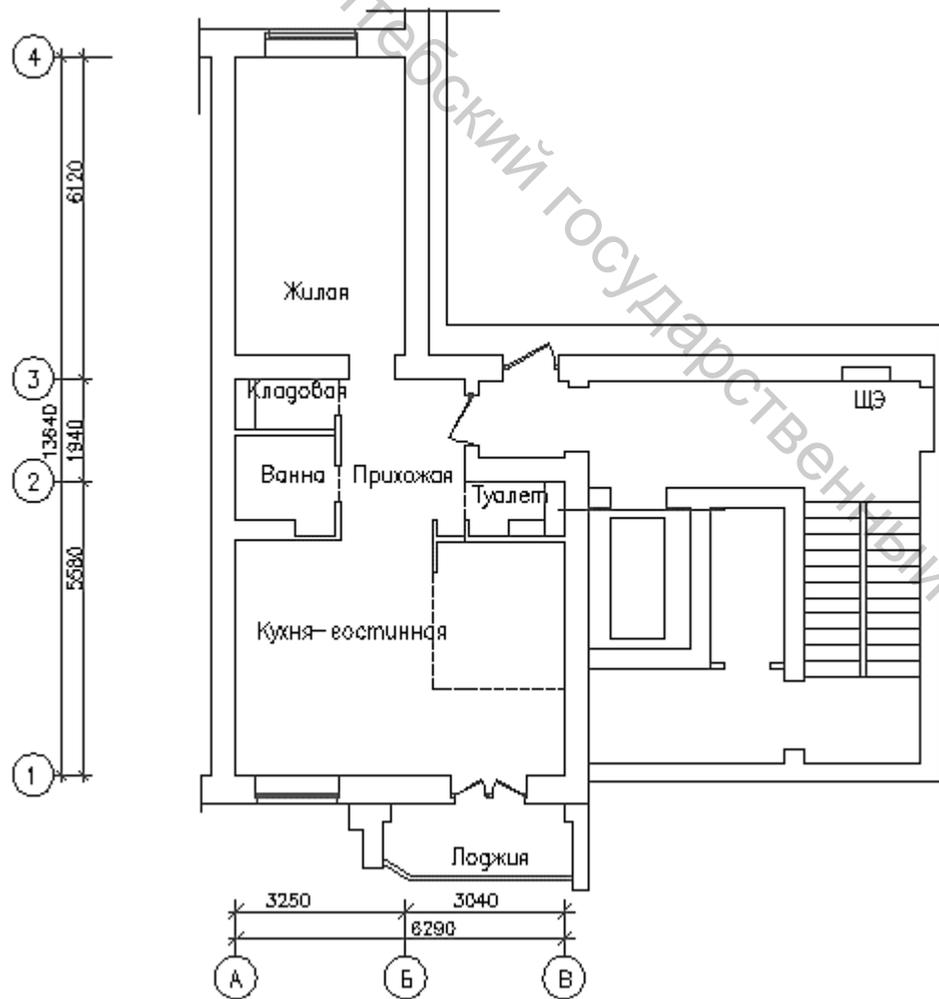
Вариант 6 (реконструкция)



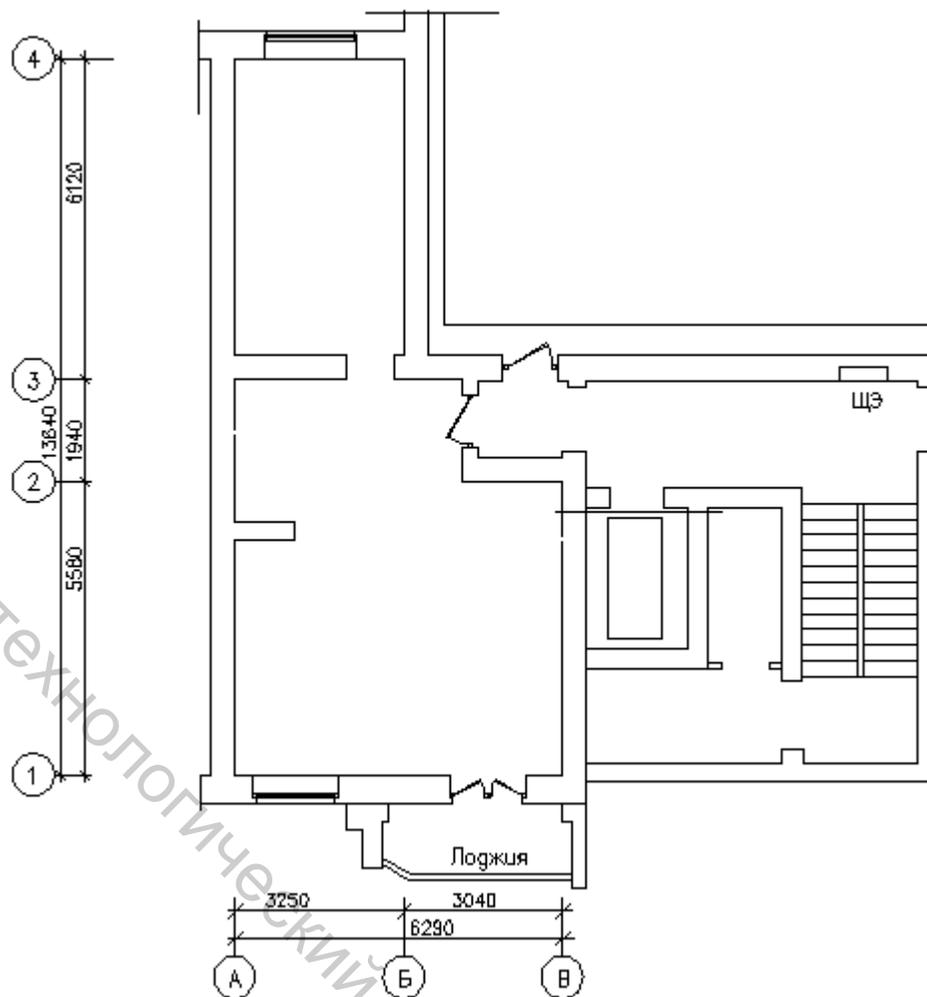
Вариант 7 (перепланировка)



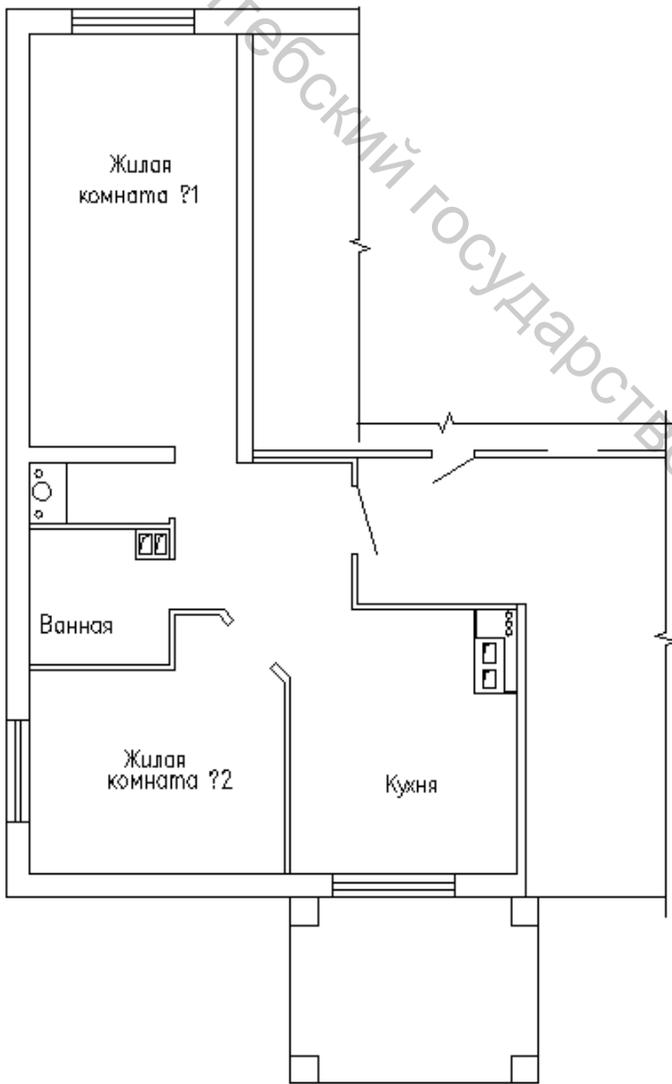
Вариант 8 (реконструкция)



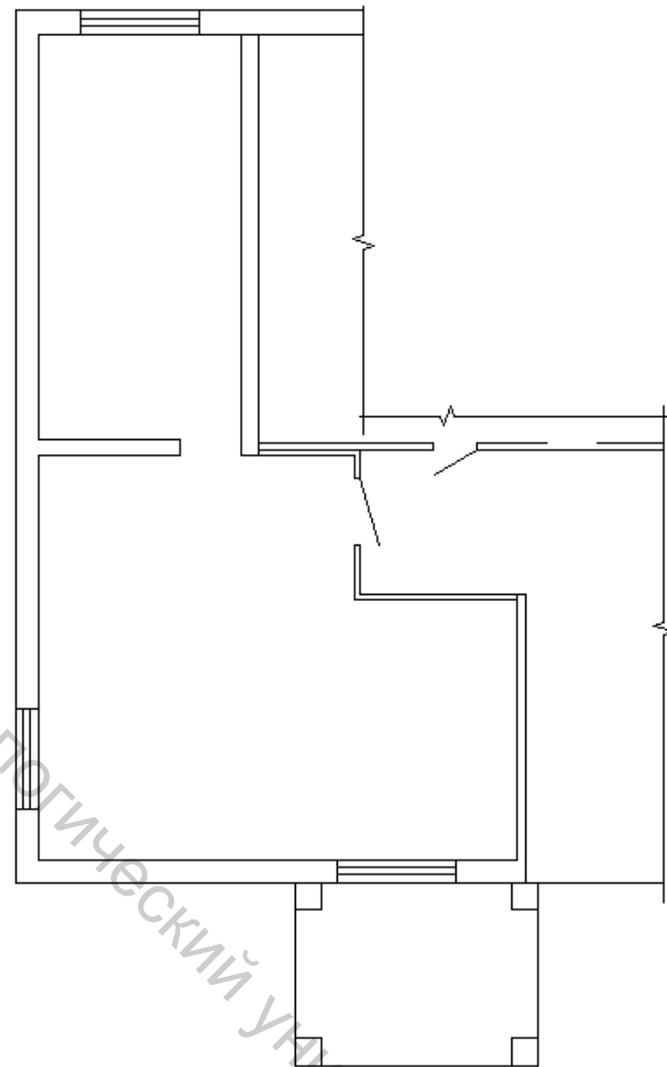
Вариант 9 (перепланировка)



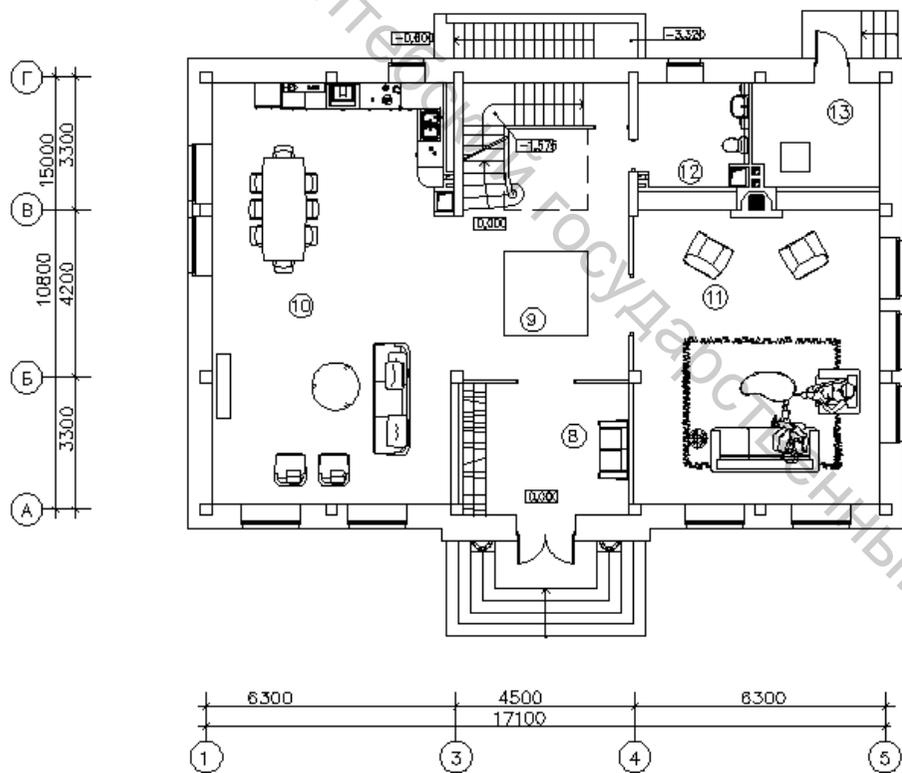
Вариант 10 (реконструкция)



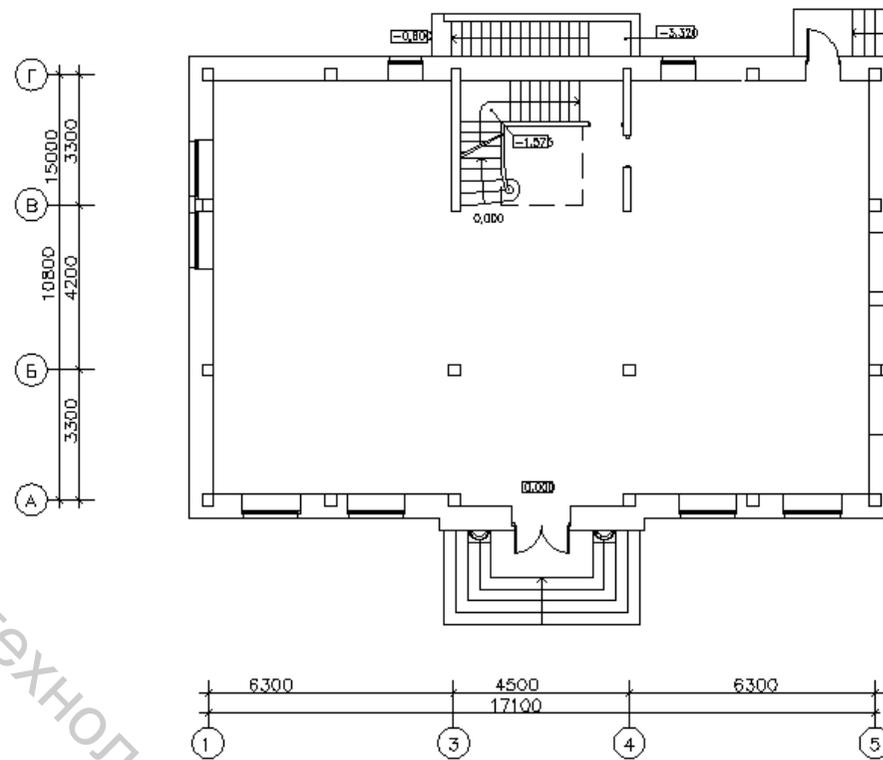
Вариант 11 (перепланировка)



Вариант 12 (реконструкция)



Вариант 13 (перепланировка)



Вариант 14 (реконструкция)

## 7 МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ

### Цель работы

Приобрести навыки построения металлических конструкций в системе САПР AutoCAD.

### Общие сведения

Металлические конструкции применяются сегодня во всех видах зданий и инженерных сооружений, особенно если необходимы значительные пролеты, высота и нагрузки. Они используются в качестве каркаса промышленных и гражданских зданий, в мостовых конструкциях, инженерных сооружениях и др.

Одной из самых распространённых металлических конструкций является ферма. Это сквозная несущая конструкция, состоящая из стержней, расположенных в одной плоскости, образующих геометрически неизменяемую решётчатую систему. Фермы применяют в качестве несущих конструкций зданий, мостов, транспортных эстакад, опор линий электропередач и др.

Очертания поясов ферм представлены на рисунке 17.

### ОЧЕРТАНИЯ ПОЯСОВ ФЕРМ

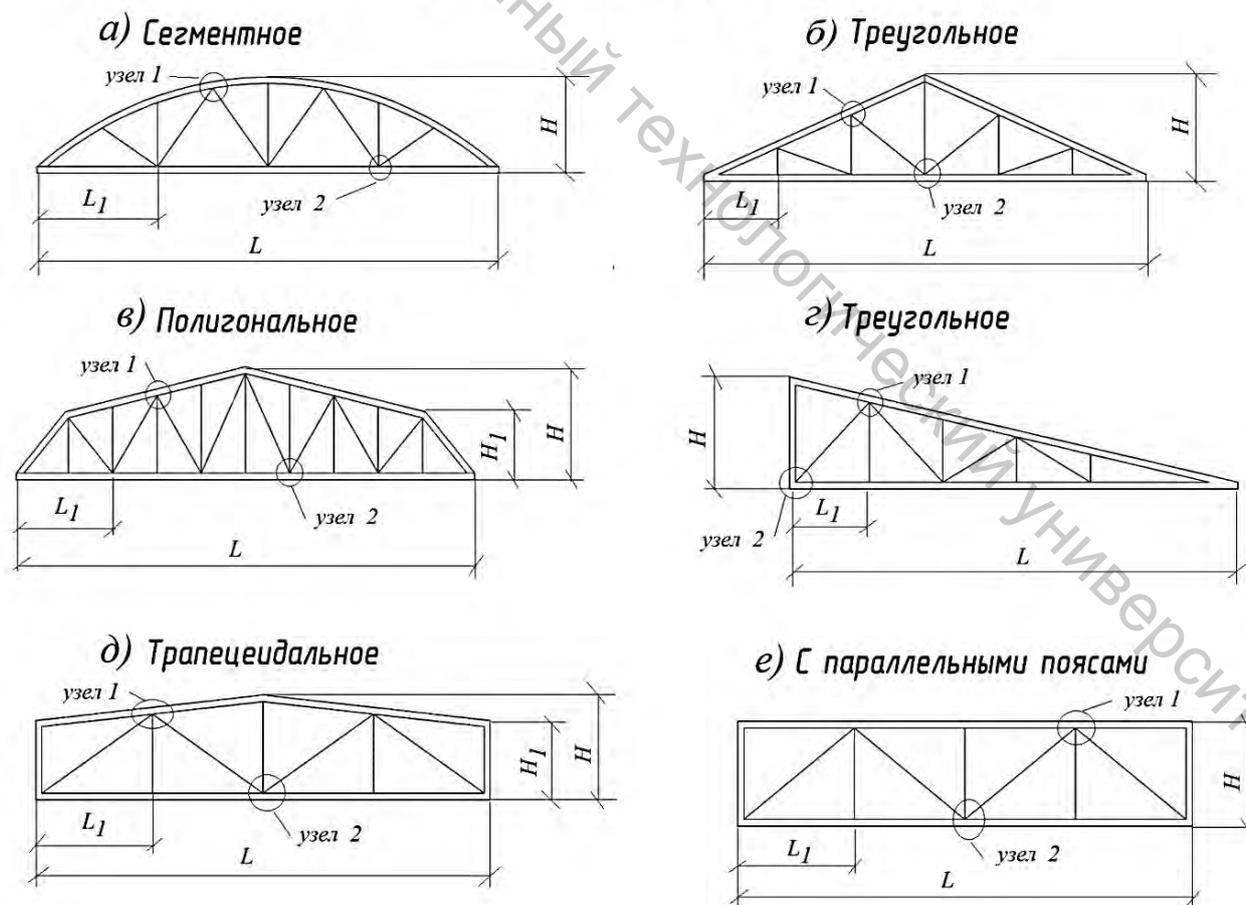


Рисунок 17 – Очертания поясов ферм

Решетка фермы треугольной формы (рис. 18) состоит из поясов – верхнего и нижнего, стоек и раскосов. Место соединения отдельных элементов решетки фермы друг с другом называют узлом. Узел у места «перелома» верхнего пояса называют «коньковым узлом», а узел опорной части фермы – «опорным узлом». Остальные узлы носят название «промежуточных узлов». Расстояние между опорами фермы называют пролетом фермы, а расстояние между узлами верхнего и нижнего поясов – панелью. Обычно размер панелей фермы одинаков.

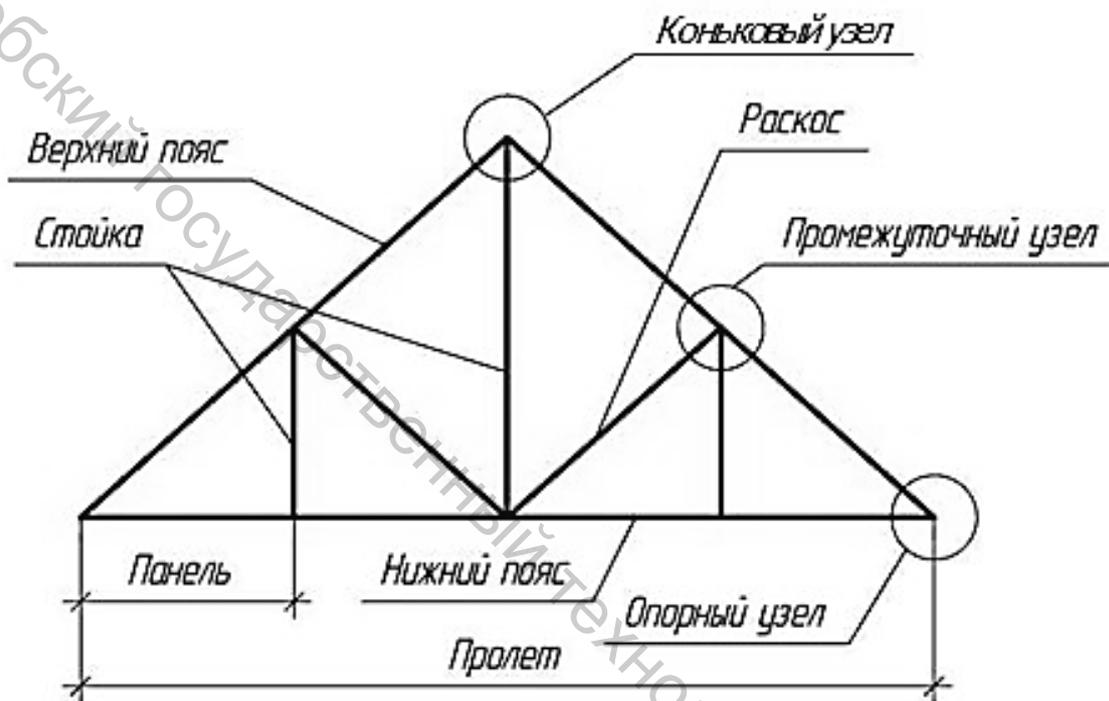


Рисунок 18 – Геометрическая схема фермы

Решетка фермы выполняется из прокатных (спаренных и одиночных уголков, швеллеров, двутавров и т. д.) и гнутых стальных профилей ГСП (круглых и прямоугольных труб). Соединение стержней выполняется как на плоскостях металлического листа с помощью электродуговой сварки, так и непосредственным примыканием на элементах фермы. Размеры листа, с целью экономии металла, могут отличаться от прямоугольной формы, а лист носит название фасонка или косынка. Общий вид фермы представлен на рисунке 19. Изображение узлов ферм представлено на рисунке 20.

Последовательность построения отдельного узла фермы (ферма из прокатных профилей) приведена на рисунке 21.

1. Схема фермы выполняется в масштабе 1:100.
2. Узлы и детали выполняются в масштабе 1:10 (1:4).
3. Сначала тонкими линиями толщиной 0,3–0,4 мм вычерчивают геометрические оси элементов фермы в масштабах 1:10, реже в масштабе 1:20.

При вычерчивании геометрических осей элементов фермы следует осевые линии стержней, сходящихся в узле, пересекать в одной точке.

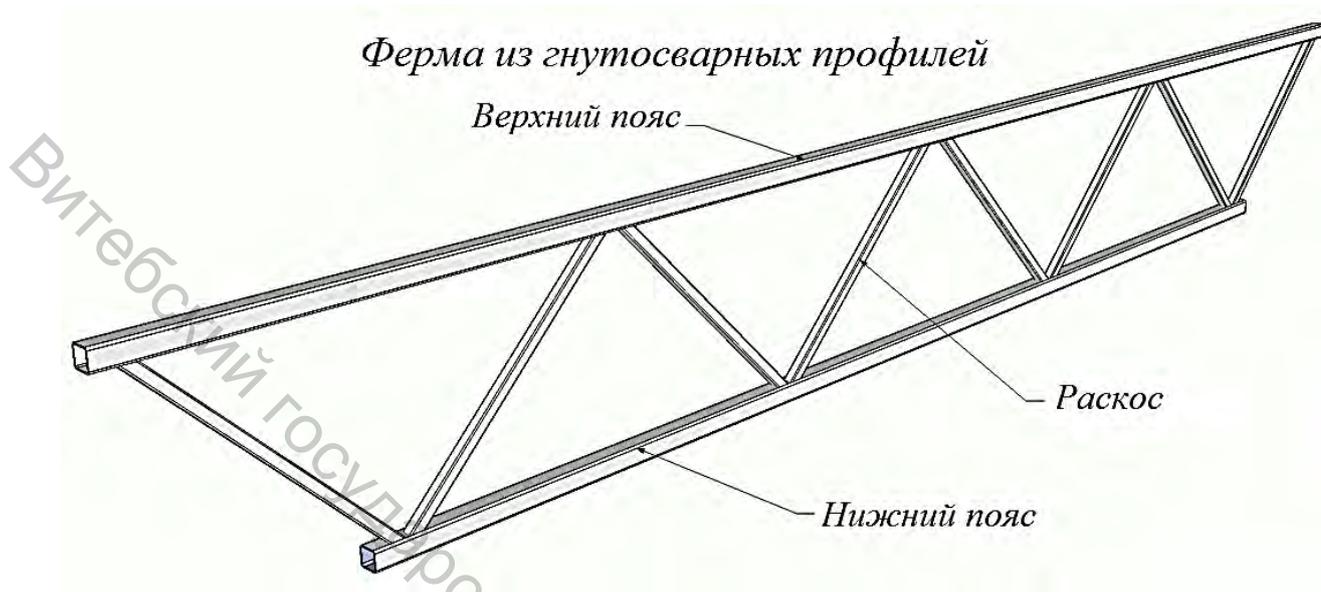
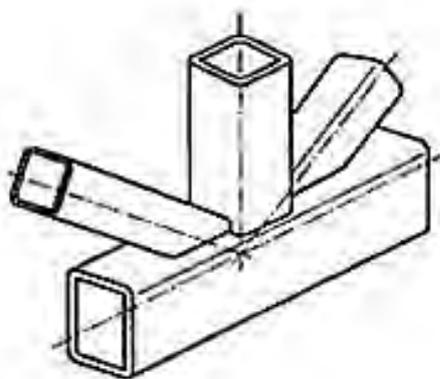
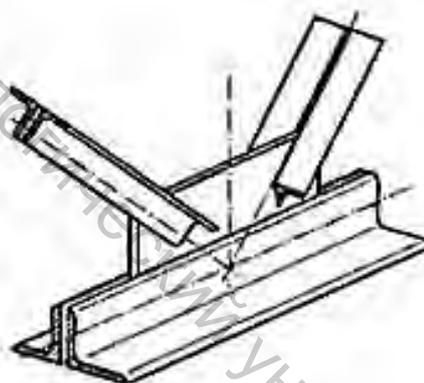


Рисунок 19 – Общий вид фермы



а)



б)

Рисунок 20 – Изображение узлов ферм (а – с непосредственным примыканием элементов (элементы фермы их ГСП); б – на фасонках (элементы фермы и прокатных профилей))

4. Затем вдоль осей в соответствии с размерами сечений уголков или других профилей проката линиями толщиной 0,5–0,6 мм вычерчивают контуры стержней поясов и решетки фермы. При этом от осевых линий в соответствующую сторону откладывают значение эксцентриситета расстояние  $Z_0$  ( $X_0$  или  $Y_0$ ) от обушка до центра тяжести сечения. Следует иметь в виду, что в верхнем поясе уголки должны быть обращены полками вниз, а в нижнем – полками вверх, в опорных стойках – полками внутрь. Уголки промежуточных стоек ориентируют по уголкам опорных стоек.

5. При вычерчивании элементов узлов фермы необходимо помнить, что стойки и раскосы не доводят до контура верхнего и нижнего поясов на 40–50 мм. Это расстояние обеспечивает место для размещения сварных швов и элементов решетки (чаще всего уголков) в случае неточности в их обрезке, а так же позволяет избежать, концентрации напряжений. Для удобства построений на расстоянии 40–50 мм от контура нижнего пояса проводим тонкую линию, параллельную этому контуру. Эта линия ограничивает длину уголков стоек и раскосов. Концы уголков стоек и раскосов обрезают под прямым углом к оси.

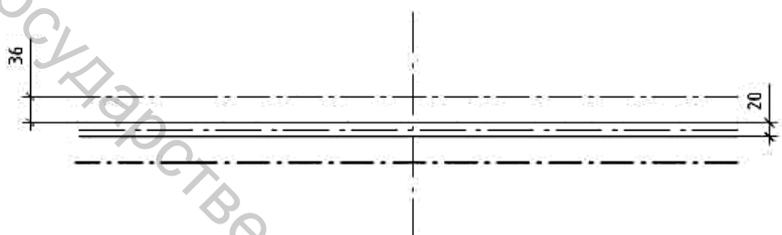
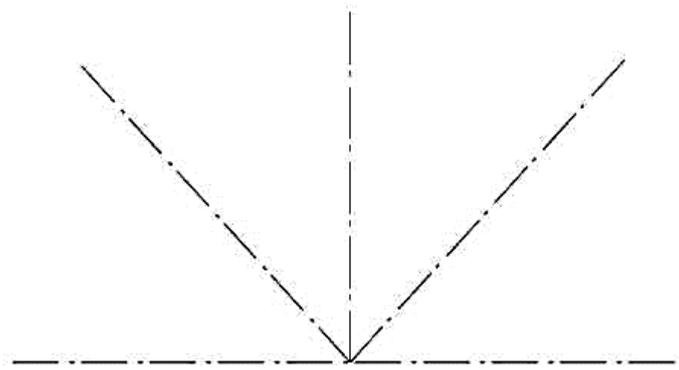
6. Элементы фермы (пояса, раскосы и стойки) соединяют с помощью металлического листа – фасонки, к которой их приваривают. При расположении фасонки в узле следует в сварных фермах верх фасонки утапливать между уголками верхнего пояса на 10–12 мм, а в нижнем поясе выпускать за обушок на 15–20 мм для удобства сварки.

7. Далее вычерчивают дополнительные виды, разрезы, сечения.

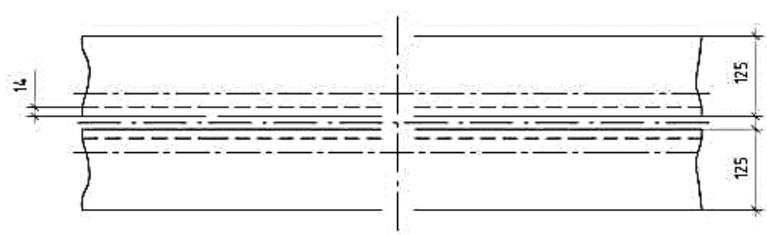
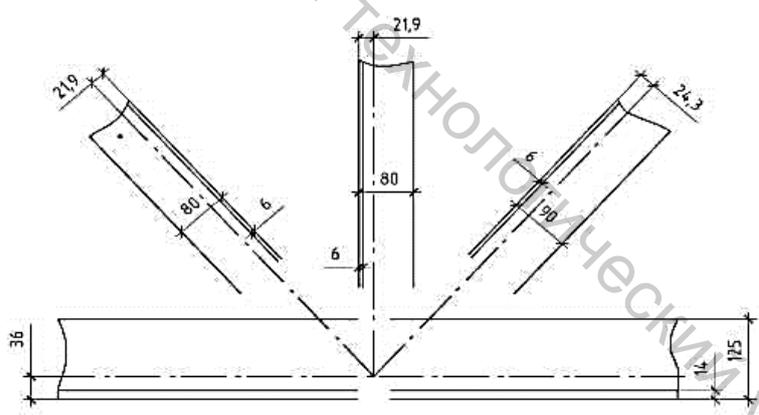
8. После выполнения графической части работы проставляют размеры.

Задания по теме «Металлические конструкции». В соответствии с выбранным вариантом (табл. 10) студент должен выполнить схему фермы, чертежи 2 узлов, аксонометрию выполненных узлов, аксонометрию фермы.

Витебский государственный технологический университет



а)



б)

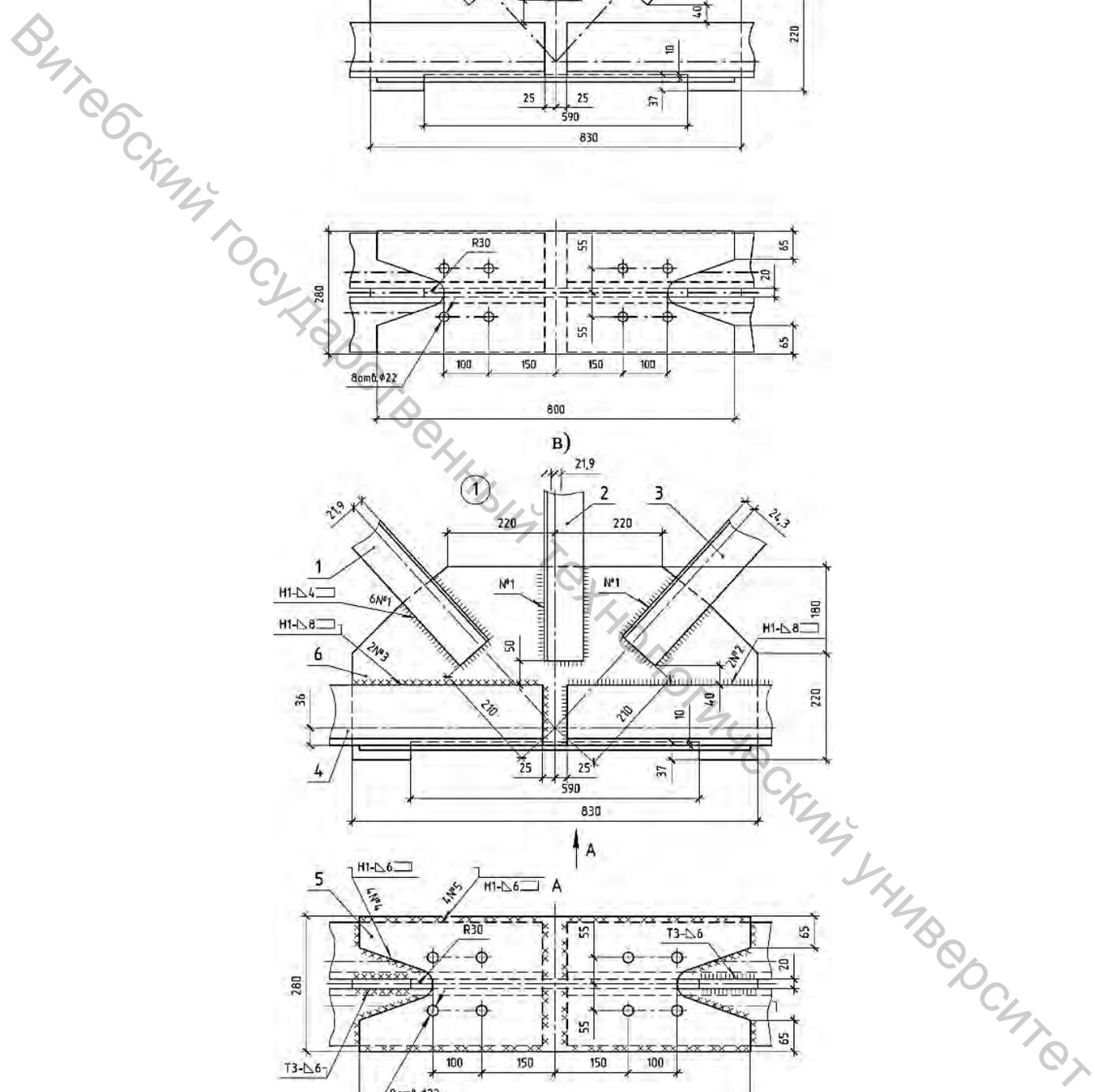
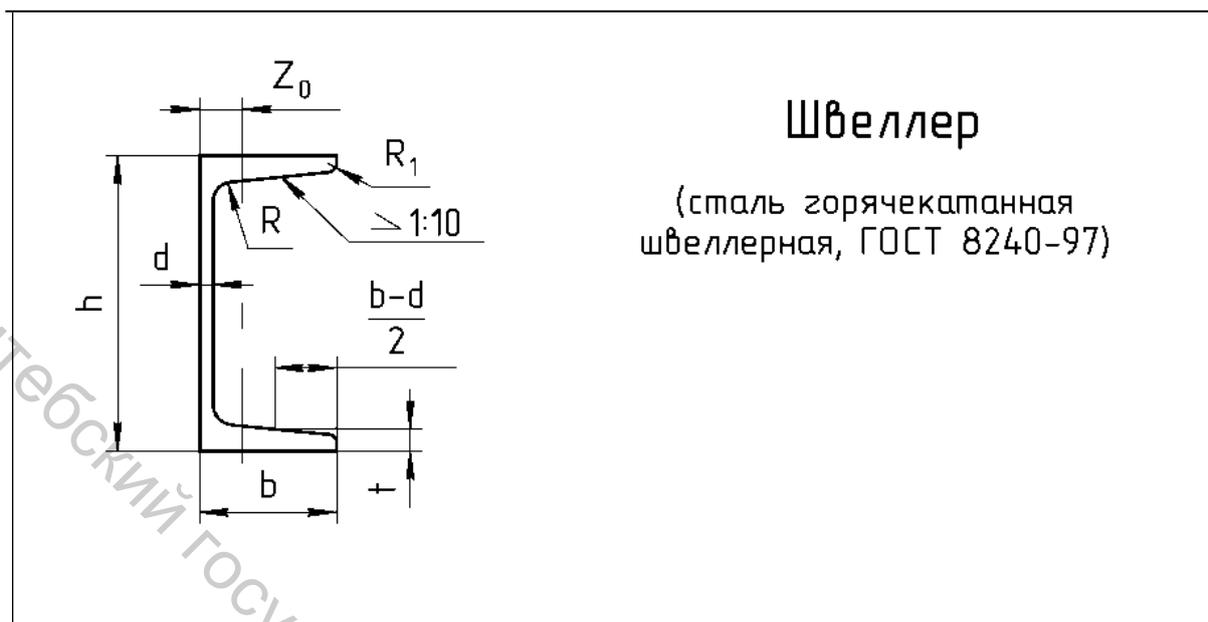


Рисунок 21 – Последовательность вычерчивания узла металлической конструкции (ферма из прокатных профилей)

Таблица 10 – Задания по теме «Металлические конструкции»

№ п/п	Тип фермы	Материал элементов фермы (рисунок 22–26)	Размеры фермы, мм			
			$L$	$H$	$L_1$	$H_1$
1	С параллельными поясами (рис. 1.1 е)	Верхний пояс – швеллер № 12	24000	3000	6000	–
		Нижний пояс – швеллер № 16				
		Раскосы – уголок неравнополочный № 8/5				
2	Трапецеидальная (рис. 1.1 д)	Верхний пояс – гнутый стальной профиль (ГСП) $A = 180 \times 180$ мм, $S = 14$ мм	18000	4500	4500	3000
		Нижний пояс – ГСП $A =$ $180 \times 180$ мм, $S = 14$ мм				
		Раскосы – ГСП $A = 150 \times 150$ мм, $S = 10$ мм				
3	Треугольная (рис. 1.1 б)	Верхний пояс – швеллер № 12	18000	4500	3000	–
		Нижний пояс – швеллер № 16				
		Раскосы – уголок равнополочный № 8				
4	Полигональная (рис. 1.1 в)	Верхний пояс – ГСП $A =$ $180 \times 180$ мм, $S = 14$ мм	30000	4500	6000	3000
		Нижний пояс – ГСП $A =$ $180 \times 180$ мм, $S = 14$ мм				
		Раскосы – ГСП $A = 150 \times 150$ мм, $S = 10$ мм				
5	Сегментная (рис. 1.1 а)	Верхний пояс – ГСП $A \times B =$ $180 \times 100$ мм, $S = 12$ мм	18000	4500	4500	–
		Нижний пояс – ГСП $A \times B =$ $180 \times 100$ мм, $S = 12$ мм				
		Раскосы – ГСП $A \times B = 150 \times 80$ мм, $S = 10$ мм				
6	С параллельными поясами (рис. 1.1 е)	Верхний пояс – ГСП $A \times B =$ $180 \times 100$ мм, $S = 12$ мм	18000	4500	4500	–
		Нижний пояс – ГСП $A \times B =$ $180 \times 100$ мм, $S = 12$ мм				
		Раскосы – ГСП $A \times B = 150 \times 80$ мм, $S = 10$ мм				
7	Трапецеидальная (рис. 1.1 д)	Верхний пояс – швеллер № 12	24000	4500	6000	3000
		Нижний пояс – швеллер № 16				
		Раскосы – уголок неравнополочный № 8/5				
8	Треугольная (рис. 1.1 г)	Верхний пояс – швеллер № 12	18000	4500	4500	–
		Нижний пояс – швеллер № 12				
		Раскосы – уголок неравнополочный № 8/5				
9	Полигональная (рис. 1.1 в)	Верхний пояс – швеллер № 12	30000	4500	6000	3000
		Нижний пояс – швеллер № 12				
		Раскосы – уголок неравнополочный № 8/5				

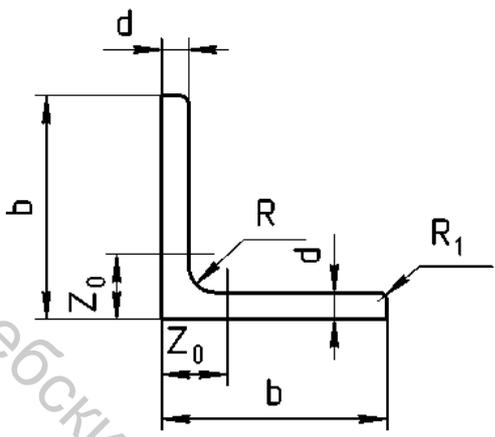
10	Сегментная (рис. 1.1 а)	Верхний пояс – ГСП А = 180×180 мм, S = 14 мм	24000	3000	6000	–
		Нижний пояс – ГСП А = 180×180 мм, S = 14 мм				
		Раскосы – ГСП А = 180×180 мм, S = 10 мм				
11	С параллельными поясами (рис. 1.1 е)	Верхний пояс – швеллер № 16	36000	4500	6000	–
		Нижний пояс – швеллер № 16				
		Раскосы – уголок неравнополочный №8/5				
12	Трапецидальная (рис. 1.1 д)	Верхний пояс – ГСП А = 150×150 мм, S = 10 мм	12000	4500	3000	3000
		Нижний пояс – ГСП А = 150×150 мм, S = 10 мм				
		Раскосы – ГСП А = 100×100 мм, S = 8 мм				
13	Треугольная (рис. 1.1 б)	Верхний пояс – ГСП А = 150×150 мм, S = 10 мм	18000	4500	3000	–
		Нижний пояс – ГСП А = 150×150 мм, S = 10 мм				
		Раскосы – ГСП А = 100×100 мм, S = 8 мм				
14	Полигональная (рис. 1.1 в)	Верхний пояс – швеллер № 14	22500	6000	4500	4500
		Нижний пояс – швеллер № 14				
		Раскосы – уголок неравнополочный №8/5				
15	Сегментная (рис. 1.1 а)	Верхний пояс – ГСП А = 150×150 мм, S = 10 мм	12000	4500	3000	–
		Нижний пояс – ГСП А = 150×150 мм, S = 10 мм				
		Раскосы – ГСП А = 100×100 мм, S = 8 мм				
16	С параллельными поясами (рис. 1.1 е)	Верхний пояс – ГСП А = 180×100 мм, S = 14 мм	36000	4500	6000	–
		Нижний пояс – ГСП А = 180×100 мм, S = 14 мм				
		Раскосы – ГСП А = 180×100 мм, S = 10 мм				
17	Трапецидальная (рис. 1.2 д)	Верхний пояс – швеллер № 16	24000	6000	6000	4500
		Нижний пояс – швеллер № 16				
		Раскосы – уголок неравнополочный №8/5				
18	Треугольная (рис. 1.2 г)	Верхний пояс – ГСП А×В = 150×100 мм, S = 10 мм	12000	4500	3000	–
		Нижний пояс – ГСП А×В = 150×100 мм, S = 10 мм				
		Раскосы – ГСП А×В = 150×80 мм, S = 10 мм				



**Швеллер**  
(сталь горячекатанная швеллерная, ГОСТ 8240-97)

Номер проф.	Размеры, мм						Площадь сечения, мм <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг	Z <sub>0</sub> , мм
	h	b	d	t	R	R <sub>1</sub>			
5	50	32	4,4	7,0	6,0	2,5	6,16	4,84	11,6
6,5	65	36	4,4	7,2	6,0	2,5	7,51	5,90	12,4
8	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	8,98	7,05	13,1
10	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0	10,9	8,59	14,4
12	120	52	4,8	7,8	7,5	3,0	13,3	10,4	15,4
14	140	58	4,9	8,1	8,0	3,0	15,6	12,3	16,7
14а	140	62	4,9	8,7	8,0	3,0	17,0	13,3	18,7
16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5	18,1	14,2	18,0
16а	160	68	5,0	9,0	8,5	3,5	19,5	15,3	20,0
18	180	70	5,1	8,7	9,0	3,5	20,7	16,3	19,4
18а	180	74	5,1	9,3	9,0	3,5	22,2	17,4	21,3
20	200	76	5,2	9,0	9,5	4,0	23,4	18,4	20,7
20а	200	80	5,2	9,7	9,5	4,0	25,2	19,8	22,8
22	220	82	5,4	9,5	10,0	4,0	26,7	21,0	22,1
22а	220	87	5,4	10,2	10,0	4,0	28,8	22,6	24,6
24	240	90	5,6	10,0	10,5	4,0	30,6	24,00	24,2
24а	240	95	5,6	10,7	10,5	4,0	32,9	25,8	26,7
27	270	95	6,0	10,5	11,0	4,5	35,2	27,7	24,7
30	300	100	6,5	11,0	12,0	5,0	40,5	31,8	25,2
33	330	105	7,0	11,7	13,0	5,0	46,5	36,5	25,9
36	360	110	7,5	12,6	14,0	6,0	53,4	41,9	26,8
40	400	115	8,0	13,5	15,0	6,0	61,5	48,3	27,5

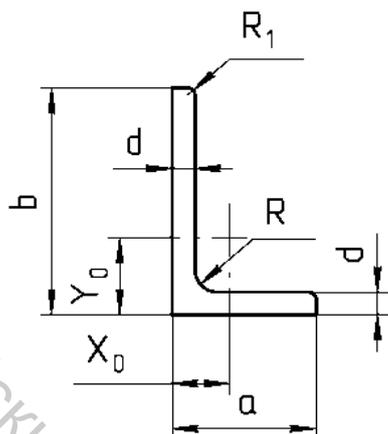
Рисунок 22 – Размеры швеллера ГОСТ 8240-97



**Уголок равнополочный**  
(сталь прокатная угловая равнополочная, ГОСТ 8509-86)

Номер проф.	Наименование				Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг	Z <sub>0</sub> , мм
	b	d	R	R <sub>1</sub>			
6,3	63	5	7,0	2,3	6,13	4,81	17,4
		6			7,28	5,72	17,8
7	70	7	8,0	2,7	9,42	7,39	19,9
		8			10,70	8,37	20,2
7,5	75	6	9,0	3,0	8,78	6,89	20,6
		7			10,10	7,96	21,0
		8			11,50	9,02	21,5
		9			12,80	10,10	21,8
8	80	6	9,0	3,0	9,38	7,36	21,9
		7			10,80	8,51	22,3
		8			12,30	9,85	22,7
9	90	6	10,0	3,3	10,60	8,33	24,3
		7			12,30	9,64	24,7
		8			13,90	10,90	16,9
10	100	8	12,0	4,0	15,60	12,20	27,5
		10			19,20	15,10	28,3
		12			22,80	17,90	29,1
11	110	7	12,0	4,0	15,20	11,90	29,6
		8			17,20	13,50	30,0
12,5	125	10	14,0	4,6	24,30	19,10	34,5
		12			28,90	22,70	35,3
		14			33,40	26,20	36,1
14	140	10	14,0	4,6	27,30	21,50	38,2
		12			32,50	25,50	39,0
18	180	12	16,0	5,3	42,20	33,10	48,9

Рисунок 23 – Размеры уголка равнополочного ГОСТ 8509-86

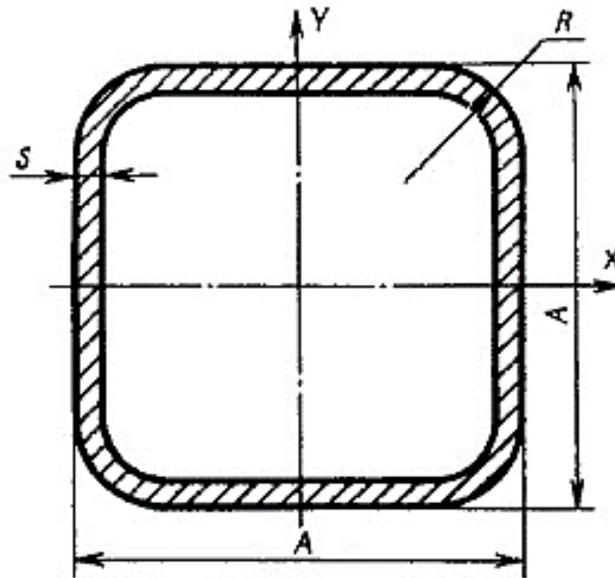


## Уголок неравнополочный

(сталь прокатная угловая  
неравнополочная, ГОСТ 8510-86)

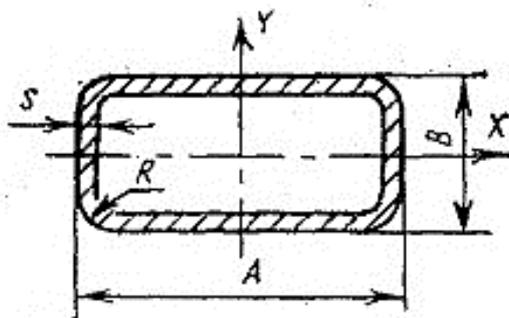
Номер проф.	Размеры, мм					Площадь сечения, мм <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг	Y <sub>0</sub> , мм	X <sub>0</sub> , мм
	b	a	d	R	R <sub>1</sub>				
6,3/4	63	40	6	7,0	2,3	5,90	4,63	21,2	9,9
			8			7,68	6,03	22,0	10,7
7,5/5	75	50	5	8,0	2,7	6,11	4,79	23,9	11,7
			6			7,25	5,69	24,4	12,1
			8			9,47	7,43	25,2	12,9
8/5	80	50	5	8,0	2,7	6,36	4,09	26,0	11,3
			6			7,55	9,02	26,5	11,7
9/5,6	90	56	5,5	9,0	3,0	7,86	6,17	29,2	12,6
			6			8,54	6,70	29,5	12,8
			8			11,48	8,77	30,4	13,6
10/6,3	100	63	7	10,0	3,3	11,10	8,70	32,8	14,6
			8			12,60	9,87	33,2	15,0
			10			15,50	12,10	24,7	15,8
11/7	110	70	6,5	10,0	3,3	11,40	9,98	35,5	15,8
			8			13,90	10,90	36,1	16,4
12,5/8	125	80	7	11,0	3,7	14,10	11,00	40,1	18,0
			8			16,00	12,50	40,5	18,4
			10			19,10	15,50	41,4	19,2
			12			23,40	18,30	42,2	20,0
14/9	140	90	8	12,0	4,0	18,00	14,10	44,9	23,3
			10			22,20	17,50	45,8	21,2
16/10	160	100	10	13,0	4,3	25,30	19,80	52,3	22,8
			12			30,00	23,80	53,2	23,6
			14			34,70	27,30	54,0	24,3
20/12,5	200	125	12	14,0	4,7	37,89	29,74	65,4	28,3

Рисунок 24 – Размеры уголка неравнополочного ГОСТ 8510-86



Наружный размер A, мм	Толщина стенки s, мм	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг	Момент инерции, см <sup>4</sup> ≈	Момент сопротивления, см <sup>3</sup> ≈
				$I_x = I_y$	$W_x = W_y$
110	6,0	24,34	19,11	433,59	78,83
	7,0	28,00	21,98	488,14	88,75
	8,0	31,54	24,76	538,11	97,84
	9,0	34,97	27,45	583,63	106,11
120	6,0	26,74	20,99	572,94	95,49
	7,0	30,80	24,18	647,09	107,85
	8,0	34,74	27,27	715,66	119,28
	9,0	38,57	30,28	778,82	129,80
140	6,0	31,54	24,76	935,19	133,60
	7,0	36,40	28,57	1061,44	151,63
	8,0	41,14	32,29	1179,83	168,55
	9,0	45,77	35,93	1290,58	184,37
150	7,0	39,20	30,77	1322,44	176,32
	8,0	44,34	34,81	1472,85	196,38
	9,0	49,37	38,75	1614,37	215,25
	10,0	54,28	42,61	1747,21	232,96
180	8,0	53,94	42,34	2634,06	292,67
	9,0	60,17	47,23	2900,49	322,28
	10,0	66,28	52,03	3153,95	350,44
	12,0	78,17	61,36	3623,01	402,56
	14,0	89,59	70,33	4043,41	449,27

Рисунок 25 – Форма и размеры ГСП  
(трубы стальные квадратные, ГОСТ 8639-82)



A	B	S	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Масса м, кг	Момент инерции, см <sup>4</sup> ≈		Момент сопротивления, см <sup>3</sup> ≈	
					I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>
мм								
140	60	5	18,57	14,58	112,9	436,2	37,65	62,31
		6	21,94	17,22	128,8	503,9	42,95	71,99
		7	25,20	19,78	142,8	565,6	47,60	80,80
		8	28,34	22,25	154,9	621,5	51,64	88,78
	80	5	20,57	16,15	219,2	527,3	54,80	75,33
		6	24,34	19,11	252,6	611,7	63,15	87,39
		7	28,00	21,98	282,8	689,6	70,71	98,51
		8	31,54	24,76	310,1	761,1	77,53	108,7
	120	6	29,14	22,68	650,9	827,3	108,5	118,2
		7	33,60	26,37	736,5	937,4	122,7	133,9
		8	37,94	29,78	816,1	1040	136,0	148,6
		9	42,17	33,10	889,9	1135	148,3	162,3
150	80	6	25,54	20,05	269,1	727,1	67,27	96,95
		7	29,40	23,08	301,6	821,0	75,39	109,5
		8	33,14	26,01	303,9	907,6	82,73	121,0
		9	36,77	28,86	357,2	987,1	89,32	131,6
		10	40,28	31,62	380,7	1060	95,18	141,3
	100	6	27,94	21,93	451,6	851,6	90,32	131,5
		7	32,20	25,28	509,2	964,2	101,8	128,6
		8	36,34	28,53	562,3	1069	112,5	142,5
		9	40,37	31,69	611,0	1166	122,2	155,5
		10	44,28	34,76	655,4	1256	131,1	167,9
180	80	7	33,60	26,37	357,7	1306	89,42	145,1
		8	37,94	29,78	393,4	1449	98,35	161,1
		9	42,17	33,10	425,7	1583	106,4	175,9
		10	46,28	36,33	454,7	1707	113,7	189,7
		12	54,17	42,52	503,6	1926	125,9	214,0
	100	8	41,14	32,29	664,1	1686	132,8	187,4
		9	45,77	35,98	723,1	1846	144,6	205,2
		10	50,28	39,47	777,4	1996	155,5	221,8
		12	58,97	46,29	872,3	2265	174,5	251,7
	150	8	49,14	38,57	1714	2279	228,7	253,2
		9	54,77	42,99	1883	2505	251,1	278,3
		10	60,28	47,32	2041	2720	272,2	302,2
12		70,97	55,71	2331	3114	310,8	346,0	

Рисунок 26 – Форма и размеры ГСП  
трубы стальные прямоугольные, ГОСТ 8645-68)

## 8 ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

### Цель работы

Приобрести навыки построения деревянных конструкций в системе САПР AutoCAD.

### Общие сведения

Дерево как строительный материал, прочный, лёгкий по массе и в обработке, с низкой теплопроводностью, возможностью защиты от загнивания, возгорания и различных вредителей, поражающих конструкции и изделия, стало одним из распространённых строительных материалов. Деревянные конструкции в гражданском строительстве применяются в виде деревянных сборных домов заводского изготовления, ферм с подвесным потолком, чердачных и междуэтажных перекрытий в малоэтажных жилых домах и др.; в промышленном и сельскохозяйственном строительстве – в виде несущих и ограждающих конструкций неосновного производств, а также в подсобных и складских зданиях. Как правило, в строительстве используются хвойные породы: сосна, ель, пихта, кедр, а также отдельные виды лиственных пород. В строительных конструкциях используют древесину не только в естественном виде, но и в виде различных изделий. Древесина используется в виде лесо- и пиломатериалов. Строительные лесоматериалы представлены на рисунке 27.

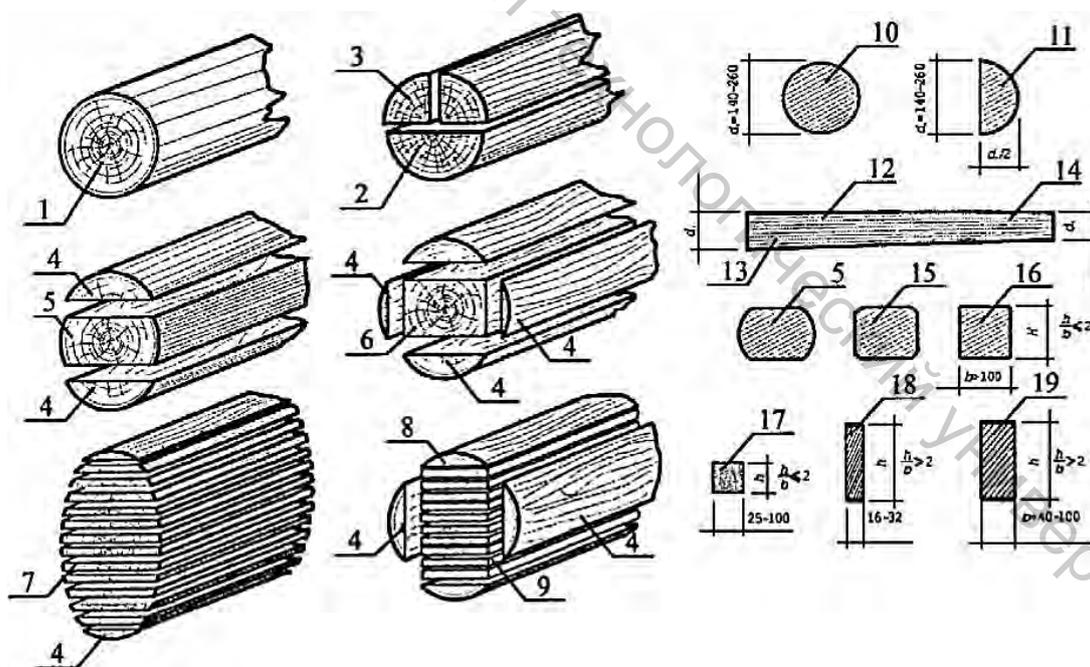


Рисунок 27 – Лесо- и пиломатериалы: 1,10 – бревно, 2,11 – пластина, 3 – четвертина, 4,8 – горбыли, 5 – лежень, 6 – четырёхконтный брус, 7 – необрезные доски (доски с обзолом), 9 – обрезная доска, 12 – изменение диаметра бревна и пластины по длине, 13 – комель, 14 – верхний отруб, 15 – полуобрезной брус (брус с обзолом), 16 – брус, 17 – брусок, 18 – тонкая доска, 19 – толстая доска

Наиболее распространённый типоразмер деревянных строительных материалов:

– сортament бревен (табл. 11);

Таблица 11 – Сортament бревен

Категория	Толщина (диаметр), см	Градация по толщине, см
Мелкие	6–13	1
Средние	14–24	2
Крупные	более 25	3

– квадратный брус – квадрат со стороной 130–250 мм, с градацией по стороне 10 мм;

– прямоугольный брус –  $b/h \leq 2$  ( $h = 130 - 250$  мм;  $b = 130 - 230$  мм), с градацией по сторонам 10 мм.

Длина деревянных строительных материалов 3,5–6,5 м с градацией через 0,5 м.

Изделия из древесины – это стены, перегородки, перекрытия, стропила, прогоны, балки, фермы, колонны и др. Пиломатериал является заготовкой для столярных изделий – шпунтованных досок, плинтусов, наличников, паркета, строительной фанеры и др. При создании деревянных конструкций приходится соединять брёвна, брусья и доски между собой. Изготовление составных конструкций вызвано ограниченностью сортамента материалов как по размерам поперечного сечения, так и по их длине. Желание иметь конструкцию повышенной несущей способности, жёсткости и нужной длины вызывает необходимость использования различного вида соединений (рис. 28–32):

– **наращивание, сращивание** (или стыки) – для увеличения длины;

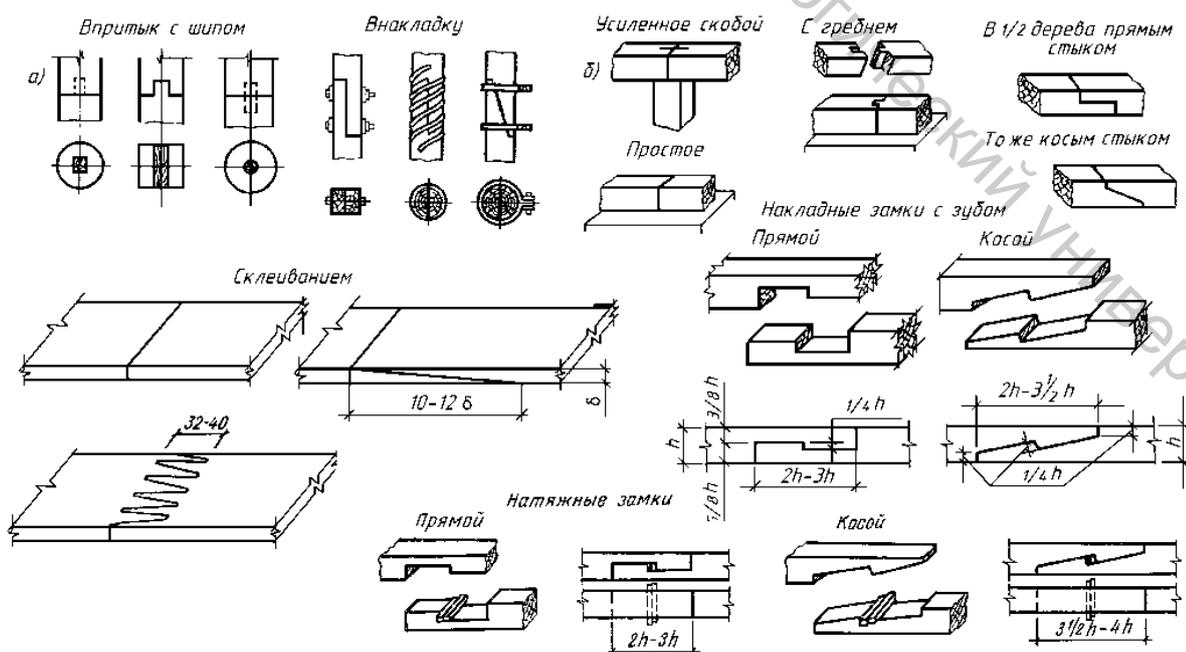


Рисунок 28 – Сращивание брёвен, брусьев и досок

– *сплачивание* – для увеличения поперечного сечения конструкции.

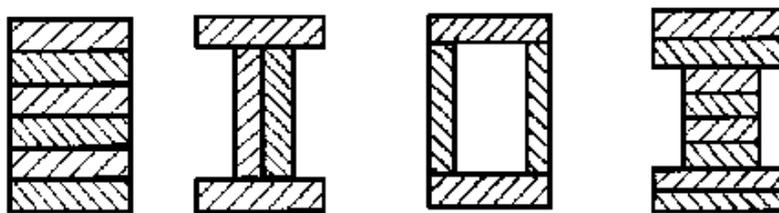


Рисунок 29 – Соединение сплачиванием

**Врубками и упорами** называют соединения, в которых усилия передаются непосредственно упором, приторцовыванием друг к другу брёвен, брусьев или досок. Соединённые на врубках и упорах элементы скрепляют вспомогательными связями-болтами, хомутами, скобами и т. п.

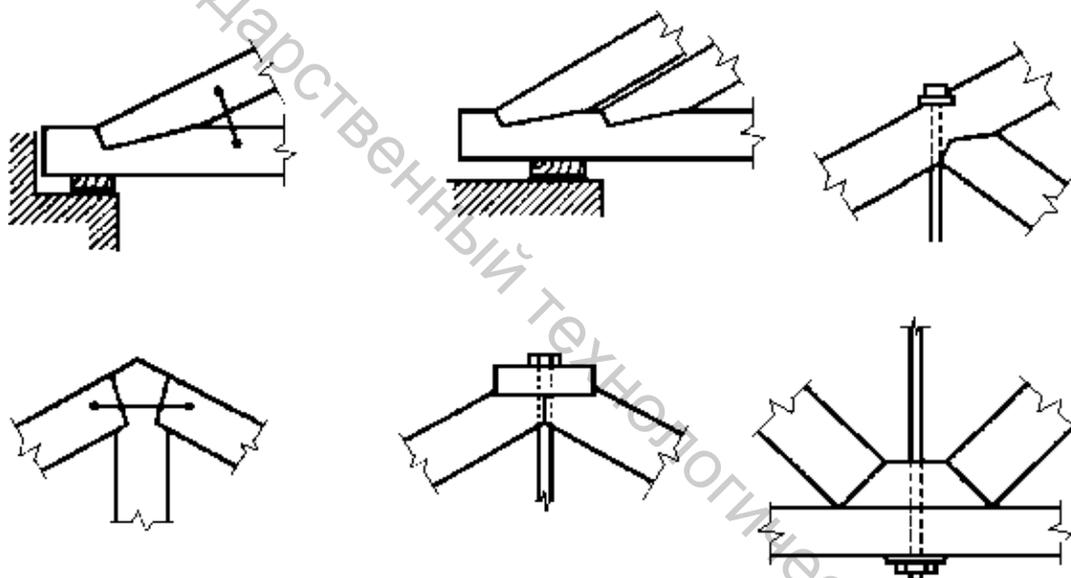


Рисунок 30 – Соединения на врубках (вверху) и упорах (внизу)

**Нагелями** называют стержни или пластинки, которые препятствуют взаимному сдвигу сплачиваемых элементов, при этом сами нагели работают преимущественно на изгиб. Нагели бывают цилиндрические и пластинчатые. Цилиндрические нагели представляют собой стержни круглого или трубчатого сечения. Чаще применяются нагели из стали: штыри (стержни из арматурной стали), трубки, болты, гвозди, винты (шурупы и глухарь). Штыри и болты закладывают в плотные гнёзда (диаметр отверстия равен диаметру нагеля), просверленные на всю толщину пакета сплачиваемых элементов. Шурупы и глухарь завинчивают в предварительно просверлённые отверстия меньшего диаметра, а гвозди и металлические зубчатые пластины (коннекторы) забивают в цельную древесину.

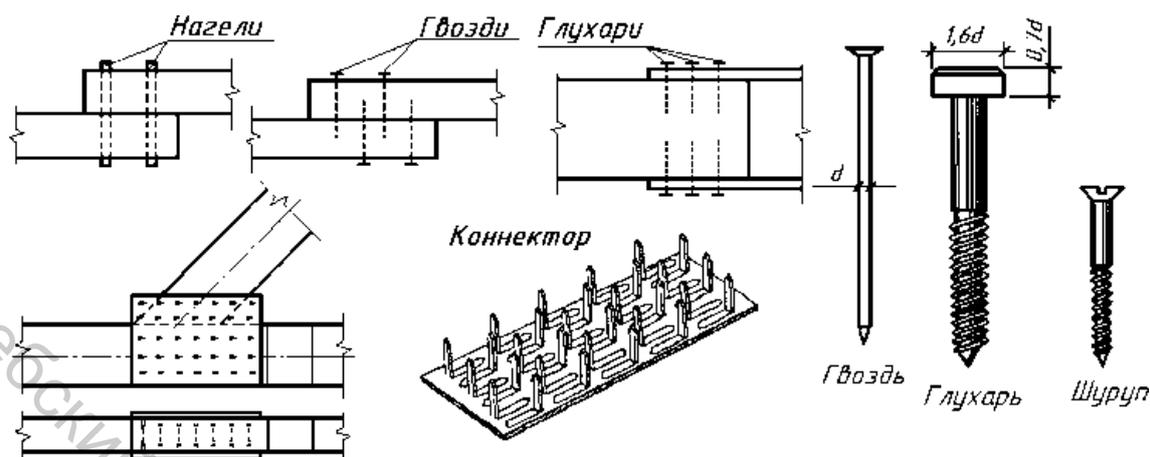


Рисунок 31 – Некоторые нагельные соединения

**Шпонки** представляют собой вкладыши, которые, работая на сжатие, препятствуют взаимному сдвигу сплавляемых элементов. В деревянных конструкциях используют деревянные и металлические шпонки.

**Клеевые соединения** применяют как при сплачивании или наращивании конструктивных элементов, так и для получения угловых соединений. На рисунке 2.6 показаны различные виды клеевых соединений: по пласть (а), по кромке (б), смешанное (в), впрыток (г), на «ус» (д), «зубчатый шип» с выходом на пласть (е) и с выходом на кромку (ж), угловое на «зубчатый шип» (з).

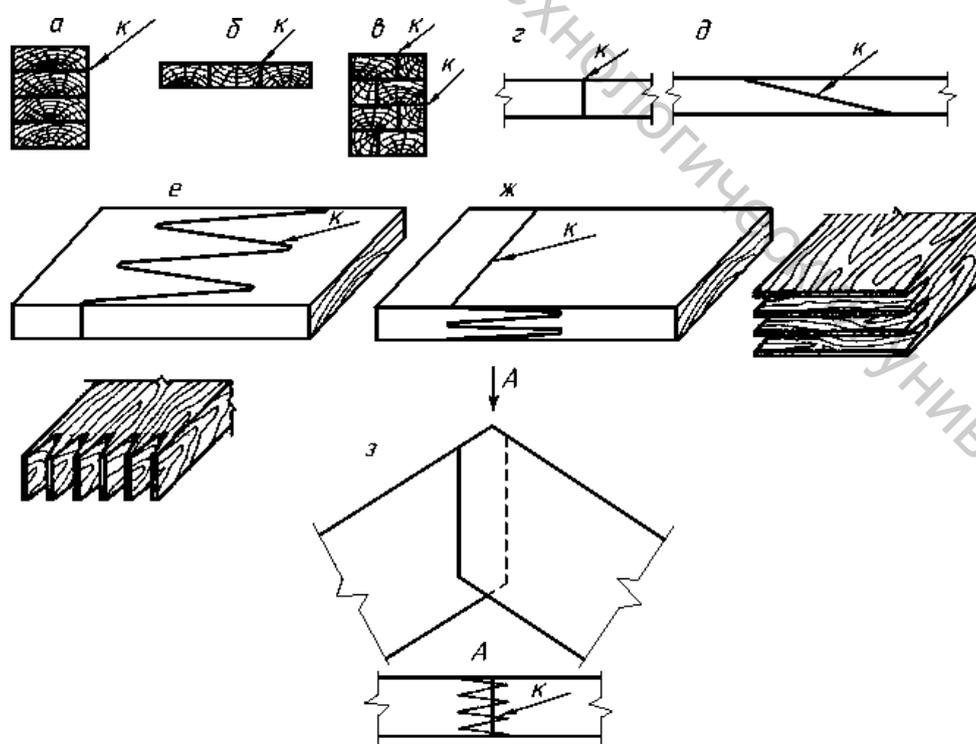


Рисунок 32 – Клеевые соединения

В практике строительства очень часто приходится выполнять сборку элементов конструкции на строительной площадке, при выполнении которой применяют механические рабочие связи (болты, нагели, глухарь и т. п.). Это говорит о том, что нельзя ограничиться каким-либо одним видом соединений, даже если оно и самое надёжное и прогрессивное.

**Стяжные болты** применяют для соединения отдельных элементов деревянных конструкций или для усиления какого-либо вида соединений. Диаметр их должен быть не менее 12 мм. Для этих болтов используют квадратные или круглые шайбы. Длина стороны или диаметр шайбы должны быть не менее 3,5 диаметров болта, а толщина – не менее 0,25 диаметра болта.

Последовательность построения отдельного узла фермы следующая:

1. Схема фермы выполняется в масштабе 1:100.
2. Узлы и детали выполняются в масштабе 1:4 (1:2).
3. Сначала тонкими линиями толщиной 0,3 – 0,4 мм вычерчивают геометрические оси элементов фермы. При вычерчивании геометрических осей элементов фермы следует осевые линии, сходящиеся в узле, пересекать в одной точке.
4. Затем вдоль осей в соответствии с размерами деревянных строительных материалов вычерчивают элементы узла фермы.
5. Элементы фермы (пояса, раскосы и стойки) соединяют с помощью врубок, нагелей, упоров.
6. Далее вычерчивают дополнительные виды, разрезы, сечения.
7. Вычерчивается аксонометрия узла.
8. После выполнения графической части работы проставляют размеры.

На чертежах узлов сохраняют такое положение элементов, которое задано на главном виде или разрезе конструкции. В случае необходимости, кроме ортогональных проекций вычерчивают аксонометрию узла. На чертежах узлов проставляют следующие размеры: между осями основных конструктивных элементов, между осями соединяющих элементов, а также размеры этих элементов; габариты элементов узла (накладок, шпонок, прокладок и т. п.). Пример узла деревянной фермы представлен на рисунке 33.

**Задание.** В соответствии с выбранным вариантом (табл. 12) студент должен выполнить: схему фермы, чертежи 2 узлов (соединения узлов выбрать самостоятельно), аксонометрию фермы. Очертания поясов ферм представлены на рисунке 34.

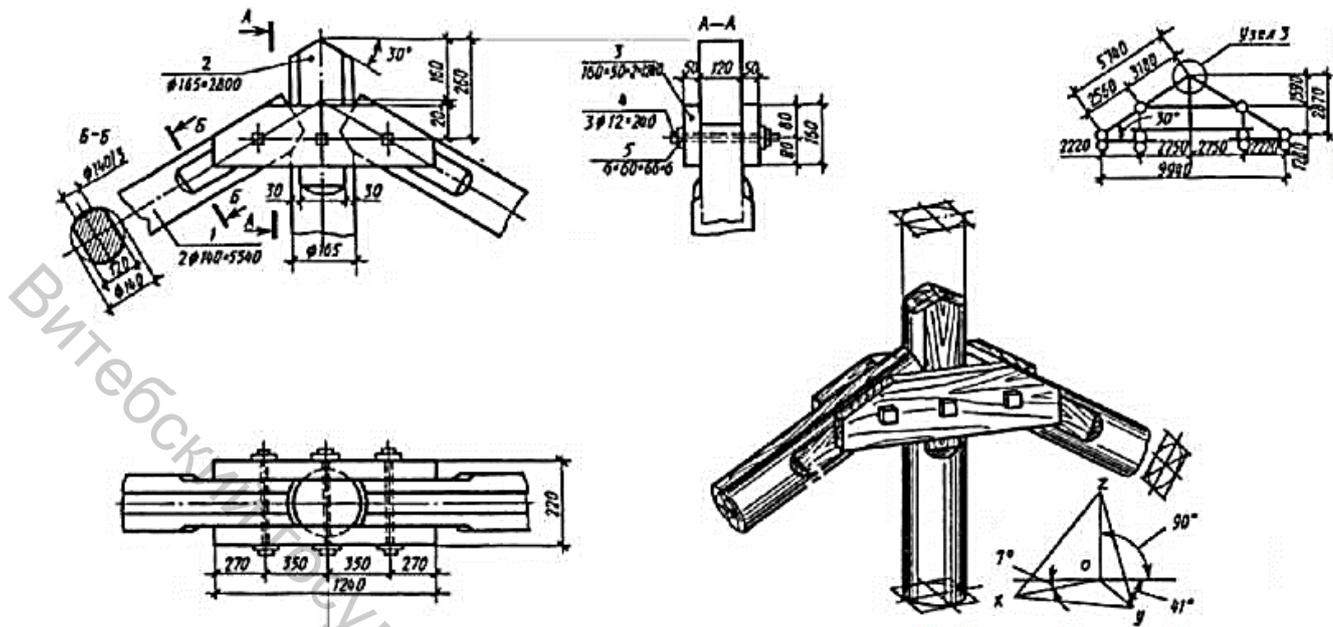


Рисунок 33 – Пример узла деревянной фермы

ОЧЕРТАНИЯ ПОЯСОВ ФЕРМ

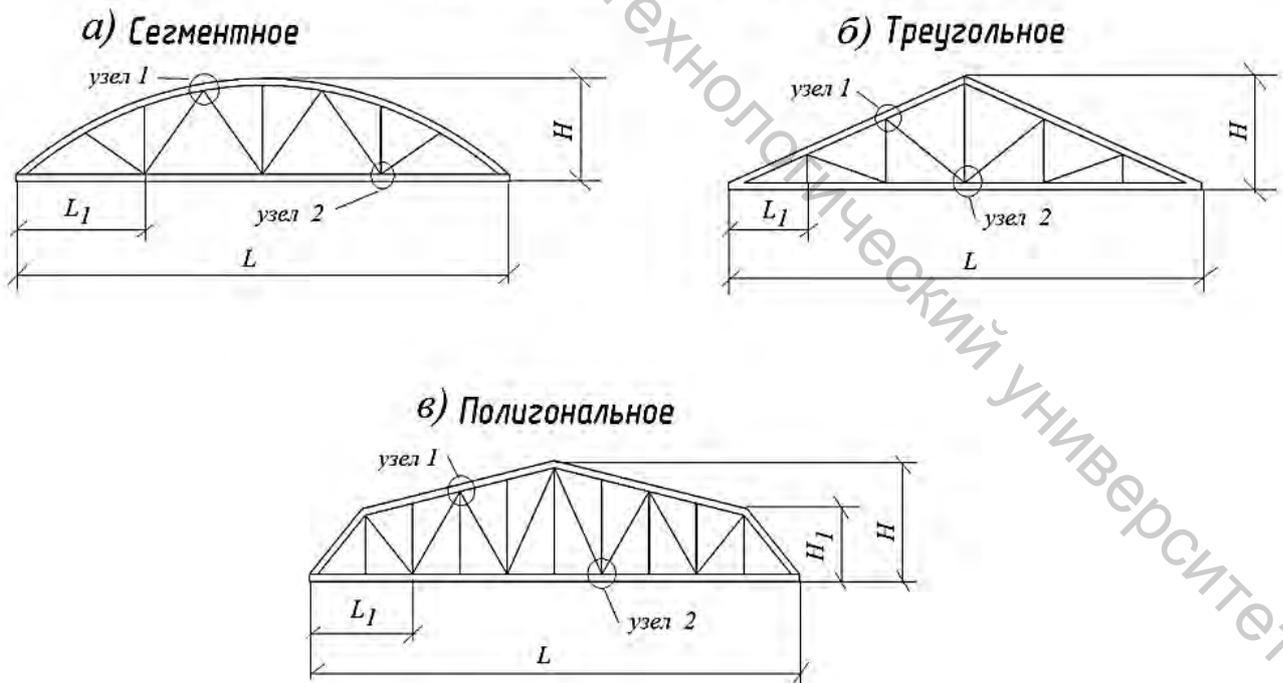


Рисунок 34 – Очертания поясов деревянных ферм

Таблица 12 – Задания по теме «Деревянные конструкции»

№ варианта	Параметры фермы					
	Тип фермы (рис. 34)	Размеры, мм				Материал, мм
		$L$	$H$	$L_1$	$H_1$	
1	Сегментная	18000	3000	4500	–	прямоугольный брус 250 × 220
2	Треугольная	15000	2500	2500	–	квадратный брус 200 × 200
3	Полигональная	12000	3000	2400	2000	прямоугольный брус 240 × 210
4	Сегментная	24000	4000	6000	–	прямоугольный брус 230 × 190
5	Треугольная	18000	3000	3000	–	квадратный брус 250 × 250
6	Полигональная	15000	4000	2500	3000	прямоугольный брус 220 × 200
7	Сегментная	30000	5000	7500	–	прямоугольный брус 210 × 180
8	Треугольная	24000	4000	4000	–	квадратный брус 220 × 220
9	Полигональная	18000	4500	3000	3600	прямоугольный брус 200 × 170
10	Сегментная	18000	3000	4500	–	прямоугольный брус 250 × 230
11	Треугольная	15000	2500	2500	–	квадратный брус 250 × 250
12	Полигональная	12000	3000	2400	2000	прямоугольный брус 200 × 1800
13	Сегментная	24000	4000	6000	–	прямоугольный брус 240 × 220
14	Треугольная	18000	3000	3000	–	квадратный брус 180 × 180
15	Полигональная	15000	4000	2500	3000	прямоугольный брус 240 × 200
16	Сегментная	30000	5000	7500	–	прямоугольный брус 250 × 200
17	Треугольная	24000	4000	4000	–	квадратный брус 210 × 210
18	Полигональная	18000	4500	3000	3600	прямоугольный брус 230 × 200

## 9 ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

### Цель работы

Приобрести навыки построения железобетонных конструкций в системе САПР AutoCAD.

### Общие сведения

Железобетонная конструкция, как следует из самого названия, представляет собой сочетание двух различных по своим механическим характеристикам материалов – железа (стали) и бетона. Бетон при затвердевании прочно сцепляется со сталью, и под действием внешних сил оба материала работают совместно. Бетон предохраняет заключенную в нем сталь от коррозии. Металл увеличивает прочность конструкции при работе на изгиб, растяжение и кручение, что позволяет создавать протяжённые и габаритные конструкции.

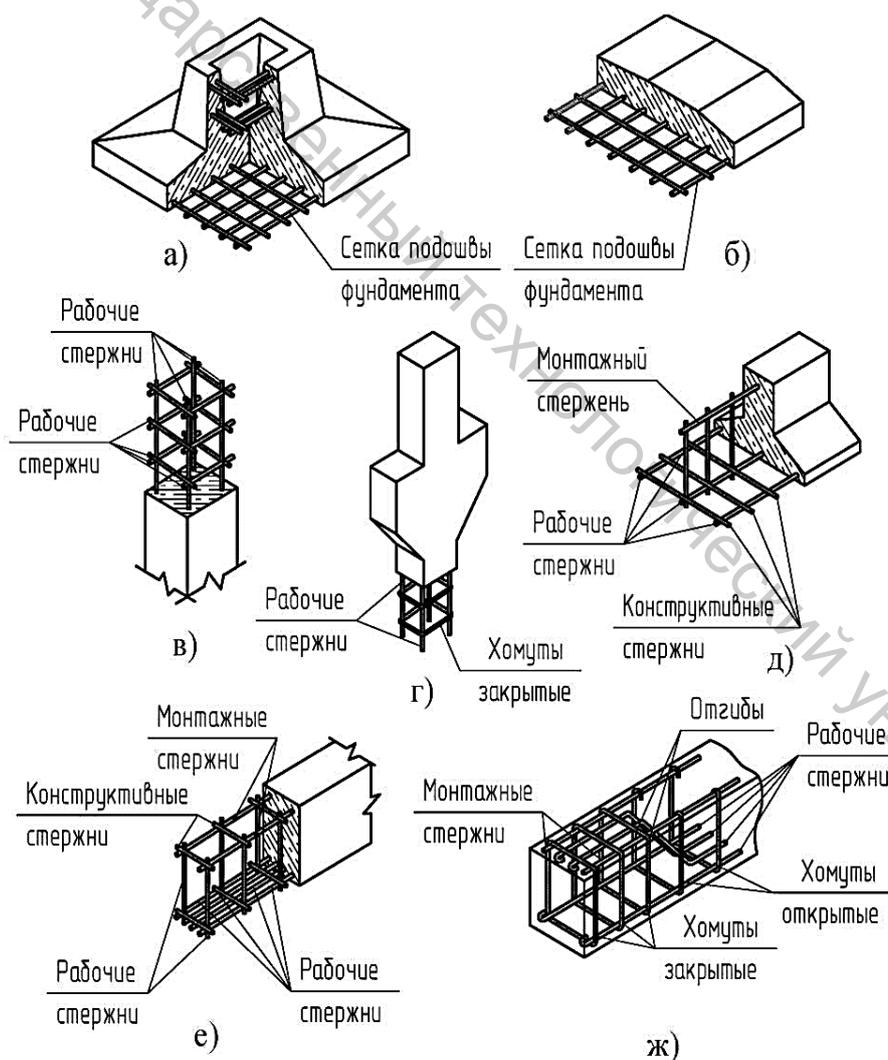


Рисунок 35 – Типовые железобетонные изделия и их армирование:  
а, б – фундаменты; в, г – колонны; д, е, ж – балки

Фундаменты воспринимают нагрузки, возникающие в надземных частях, и передают давление от этих нагрузок на основание.

По характеру конструктивного решения различают ленточные, столбчатые, свайные и сплошные фундаменты. По технологии возведения фундаменты разделяются на монолитные и сборные.

Столбчатые сборные фундаменты состоят из подколонника (башмака стаканного типа) и фундаментных плит (рис. 36).

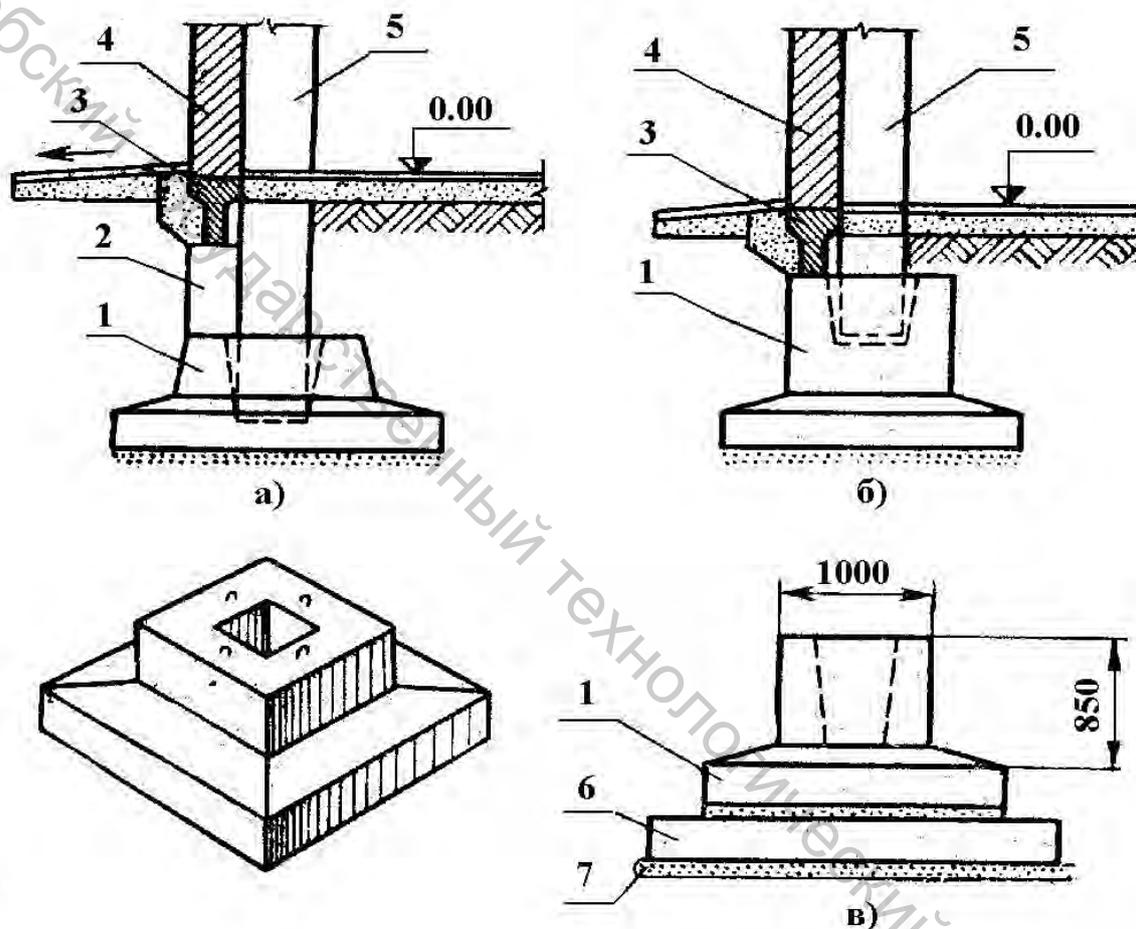


Рисунок 36 – Сборные железобетонные фундаменты стаканного типа под колонны (а – стаканного типа; б – с повышенным стаканом; в – составной фундамент): 1 – фундамент (башмак); 2 – бетонный столбик; 3 – фундаментная балка; 4 – самонесущая стена; 5 – колонна; 6 – плита; 7 – бетонная подготовка

*Колонны* – вертикальные несущие элементы каркаса (рис. 37). По расположению в зданиях различают колонны крайних (примыкающие к стенам) и средних рядов. Колонны могут быть бесконсольными и консольными. Применяют следующие унифицированные размеры сечений прямоугольных колонн: 400×400, 400×600, 400×800, 500×500, 500×600 и 500×800 мм.

Таблица 13 – Фундаменты марки ФА

Эскиз фундамента	Марка фундамента	Размеры фундамента в мм				
		Нф	a	a1, (a2)	B	b1, (b2)
	ФА25	1500	2400	1800	1500	1500
	ФА26	1800				
	ФА27	2400				
	ФА28	3000				
	ФА31	1500	2400	1800	1800	1800
	ФА32	1800				
	ФА33	2400				
	ФА34	3000				
	ФА37	1500	2700	1800	1800	1800
	ФА38	1800				
	ФА39	2400				
	ФА40	3000				
	ФА43	1500	3000	2100	1800	1800
	ФА44	1800				
	ФА45	2400				
	ФА46	3000				

Плиты междуэтажных перекрытий выпускают ребристые и плоские с пустотами. Основные плиты имеют ширину от 1000 до 3000 мм, доборные – 590 и 740 мм. Высоту ребристых плит принимают равной 400 мм, а пустотных – 220 мм (рис. 38).

Железобетонные ребристые плиты междуэтажных перекрытий и покрытий – горизонтальные конструкции зданий каркасного типа, обеспечивающие в сочетаниях с балками (ригелями) или фермами деление здания на этажи или перекрытие верхнего этажа (рис. 38).

Плиты перекрытий имеют ребристую конструкцию с продольными и поперечными рёбрами. Номенклатурой предусмотрены ребристые железобетонные плиты размерами 1,5×6, 3×6 и 3×12 м, доборная плита междуэтажного перекрытия имеет ширину 0,75 м. Кроме того, плиты бывают двух видов: корытного и лоткового. Межколонные лотковые настилы в торцах имеют вырезы трапециевидной формы для пропуска колонн. Высота плит междуэтажных перекрытий составляет 400 мм.

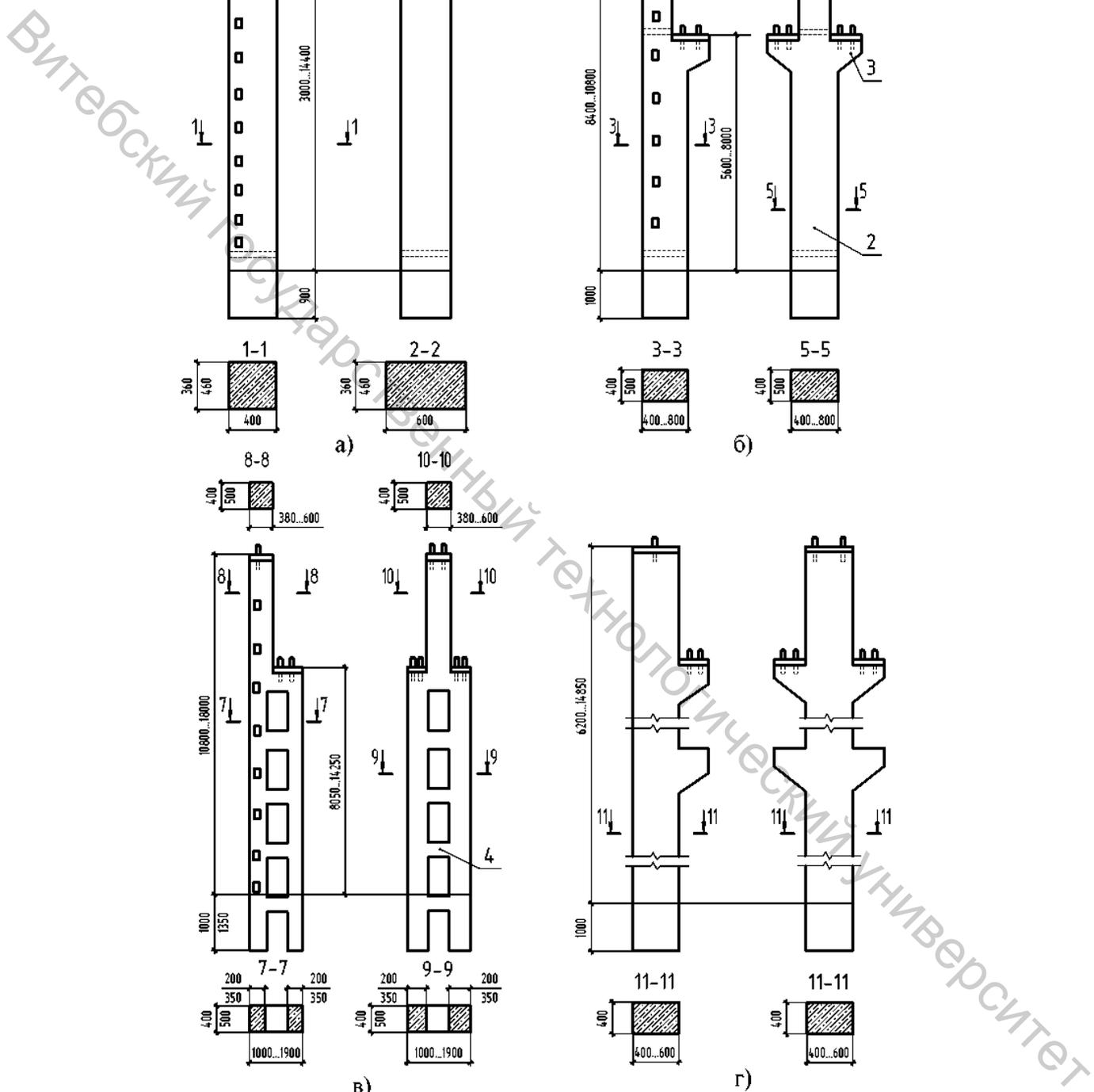


Рисунок 37 (а, б, в, г) – Типы железобетонных колонн промышленных зданий:  
 1 – верхняя часть колонны; 2 – нижняя часть колонны;  
 3 – консоль; 4 – распорка

Для зданий предприятий лёгкой и текстильной промышленности применяются, как правило, бесчердачные покрытия с плоскими конструктивными элементами. Высота плит покрытия при длине 6 м составляет 300 мм, а при длине настилов 12 м – 450 мм. Плиты укладываются на балки или фермы и крепятся путём сварки металлических закладных деталей в плитах и балках (фермах). Швы между плитами замоноличиваются цементным раствором.

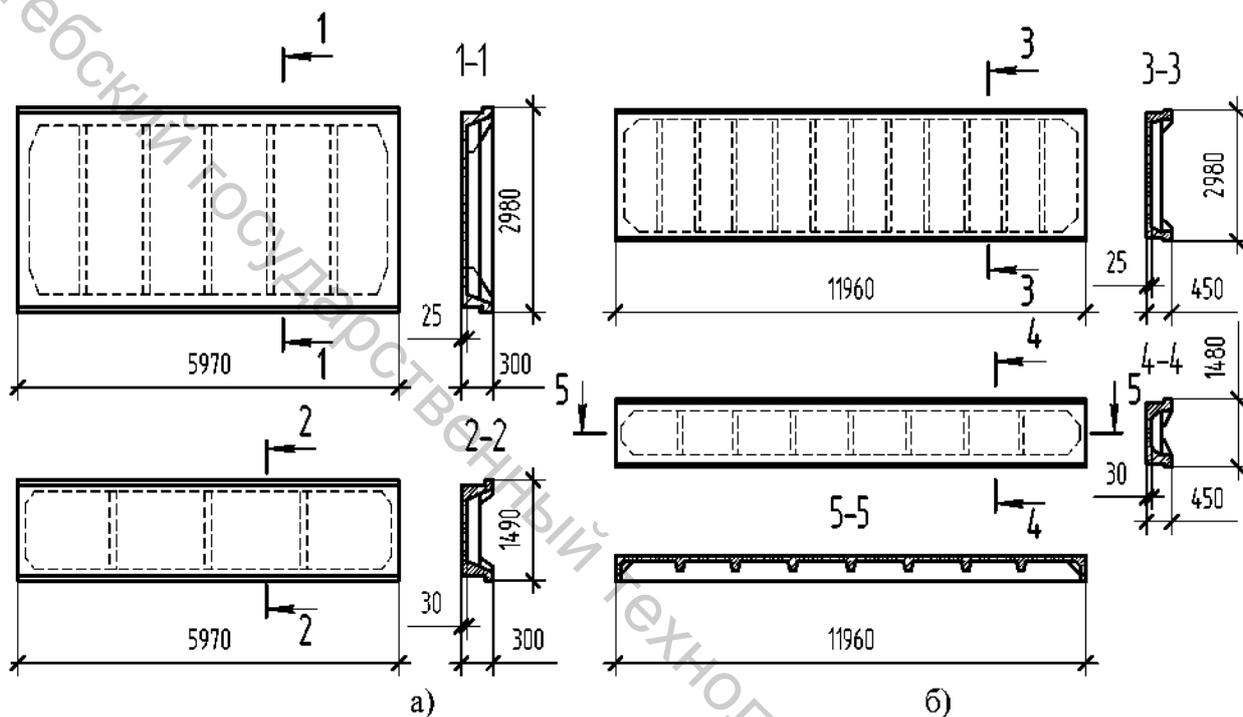


Рисунок 38 – Железобетонные плиты покрытий: а – ребристые размером 3×6 и 1,5×6 м; б – то же, 3×12 и 1,5×12 м

**Задание.** В соответствии с вариантом (табл. 14) выполнить чертеж железобетонной конструкции, аксонометрическую схему конструкции с вырезом  $\frac{3}{4}$  (масштаб 1:50).

Таблица 14 – Задания по теме «Железобетонные конструкции»

№ п/п	Тип железобетонной конструкции и размеры, мм		
	фундамент стаканного типа*	колонна, длина × ширина × высота (l × b × h)**	плита ребристая, длина × ширина × высота (l × b × h)
1	ФА25	400 × 400 × 9580, рис. 37 (а)	5970 × 1490 × 400, рис. 38 (а)
2	ФА26	400 × 400 × 12430, рис. 37 (б)	5970 × 2980 × 400, рис. 38 (б)
3	ФА27	600 × 400 × 11230, рис. 37 (в)	5950 × 1485 × 400, рис. 38 (а)
4	ФА28	300 × 300 × 5650, рис. 37 (г)	5550 × 740 × 400, рис. 38 (б)
5	ФА31	300 × 300 × 4890, рис. 37 (а)	5050 × 740 × 400, рис. 38 (а)
6	ФА32	300 × 300 × 11490, рис. 37 (б)	11960 × 2980 × 450, рис. 38 (б)
7	ФА33	400 × 400 × 13630, рис. 37 (в)	8960 × 1480 × 450, рис. 38 (а)
8	ФА34	400 × 400 × 4920, рис. 37 (г)	6280 × 1490 × 400, рис. 38 (б)
9	ФА37	500 × 500 × 13630, рис. 37 (а)	5970 × 2960 × 400, рис. 38 (а)
10	ФА38	500 × 500 × 5980, рис. 37 (б)	5970 × 2980 × 300, рис. 38 (б)
11	ФА39	600 × 400 × 14830, рис. 37 (в)	5950 × 1490 × 400, рис. 38 (а)
12	ФА40	400 × 400 × 10170, рис. 37 (г)	5550 × 740 × 400, рис. 38 (б)
13	ФА43	600 × 400 × 4780, рис. 37 (а)	3280 × 1490 × 400, рис. 38 (а)
14	ФА44	400 × 400 × 6300, рис. 37 (б)	2680 × 1190 × 300, рис. 38 (б)
15	ФА45	600 × 400 × 11370, рис. 37 (в)	2980 × 2990 × 300, рис. 38 (а)
16	ФА46	400 × 400 × 10920, рис. 37 (г)	5970 × 2980 × 450, рис. 38 (б)
17	ФА25	500 × 500 × 7630, рис. 37 (а)	5970 × 1490 × 300, рис. 38 (а)
18	ФА26	500 × 500 × 14830, рис. 37 (б)	6280 × 1490 × 300, рис. 38 (б)

\* эскиз и размеры фундамента выбирать в таблице 13

\*\* эскиз колонны выбирать по рисунку 37

\*\*\* эскиз плиты выбирать по рисунку 38

## 10 ОСНОВЫ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ САПР ARCHICAD

### Цель работы

*Приобрести навыки работы в системе САПР ArchiCAD.*

**Задание.** Выполнить ознакомительный проект в программной среде ArchiCAD.

### Общие сведения

Для быстрого знакомства с программой ArchiCAD 12 необходимо выполнить проект загородного деревянного дома. На этом примере изучаются основные приемы компьютерного проектирования, используемые в программе, способы создания моделей архитектурных конструкций и назначение их параметров, приемы отображения создаваемого проекта.

1. Запустите программу и в открывающемся при запуске диалоговом окне «Запуск ArchiCAD 12» (Start ArchiCAD 12), нажмите кнопку «Новый» (New). Будет выведено основное окно программы (рис. 39).

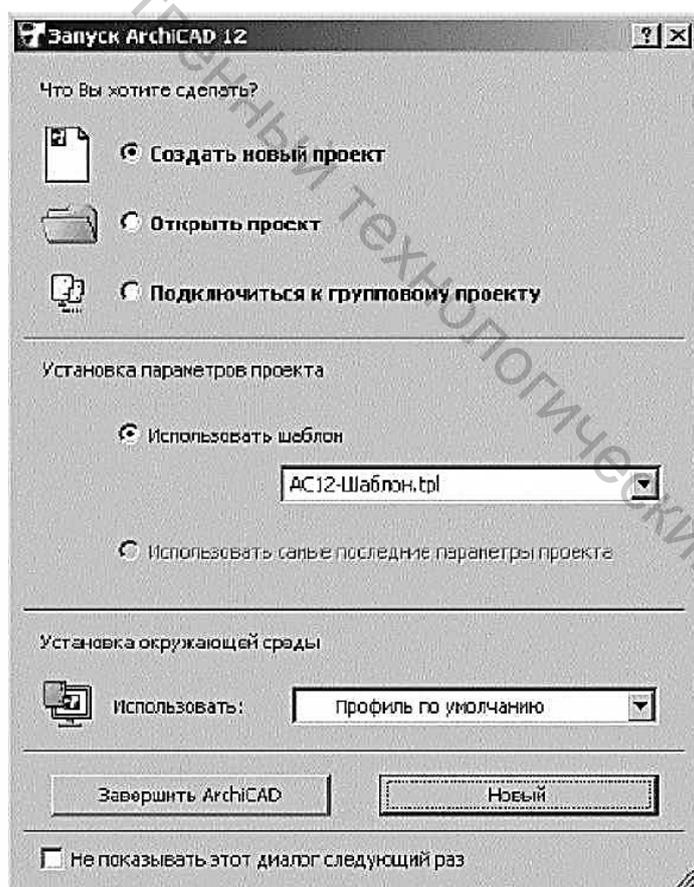


Рисунок 39 – Диалоговое окно «Запуск ArchiCAD»

В основном окне программы (рис. 40) создаются планы этажей и проводятся другие операции разработки проекта.

Проектирование ведется в реальных единицах измерения, который устанавливаются в диалоговом окне «Рабочая среда» (Project Preferences) (рис. 41), вызываемом из меню Параметры ► Рабочая среда проекта ► Единицы измерения и уровни (Options ► Project Preferences ► Working Unit & Levels). Оставим единицы измерения миллиметры, установленные по умолчанию. Поэтому в дальнейшем в различных настройках значения фигурируют без указания размерности.

Для отображения проекта зададим его масштаб. Из меню «Документ» (Document) вызовите команду «Масштаб плана этажа» (Floor Plan Scale) и в диалоговом окне «Масштаб» (план этажа) Scale (Floor Plan) (рис. 42) установите масштаб 1 : 100.

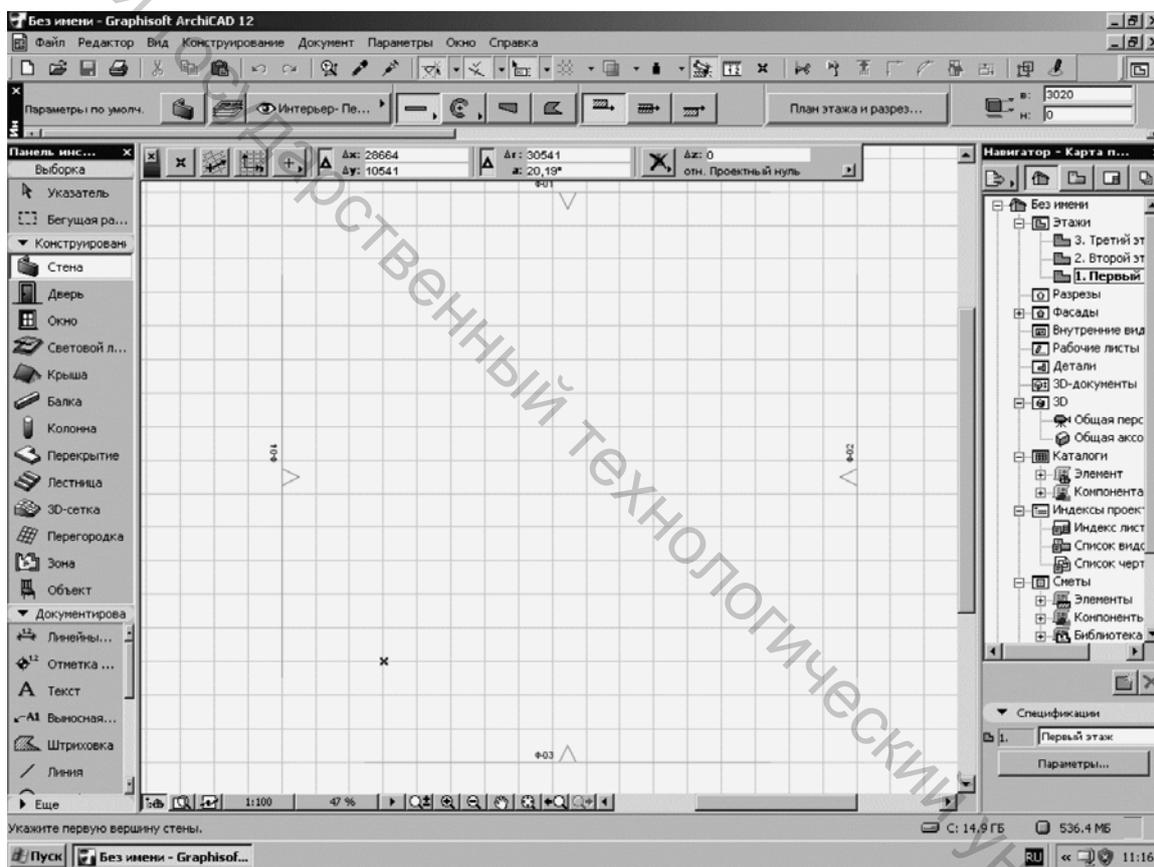


Рисунок 40 – Основное окно программы ArchiCAD

### Настройка количества этажей

Будем создавать здание, включающее фундамент, один этаж и кровлю. Для этого установим количество этажей 3.

1. Щелкните правой кнопкой мыши на панели «Навигатор» (Navigator), расположенной в правой части рабочей области на элементе «Этажи» (Stories), и из диалогового окна (рис. 43) выберите команду «Установка этажей» (Story

Settings). Будет выведено одноименное диалоговое окно (рис. 44), в котором удалите с помощью кнопки «Удалить этаж» (Delete Stoty) стандартные 2-й и 3-й этажи и добавьте с помощью кнопки «Поместить под» (Insert Below) новый этаж, расположенный ниже Первого этажа, с именем Фундамент. Для Первого этажа задайте высоту 2800, а глубину фундамента установите равной 1000.

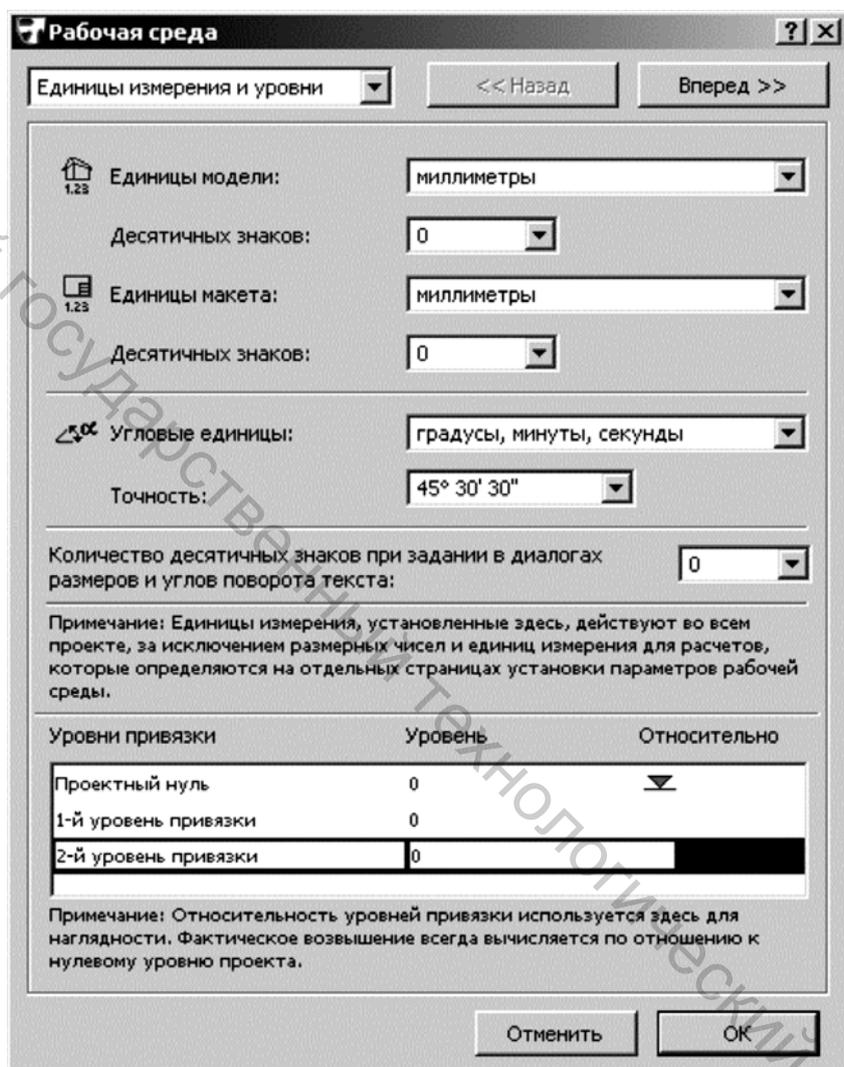


Рисунок 41 – Диалоговое окно «Рабочая среда»

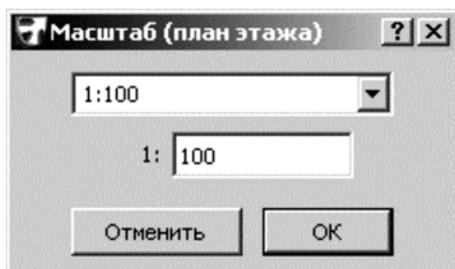


Рисунок 42 – Диалоговое окно «Масштаб» (план этажа)

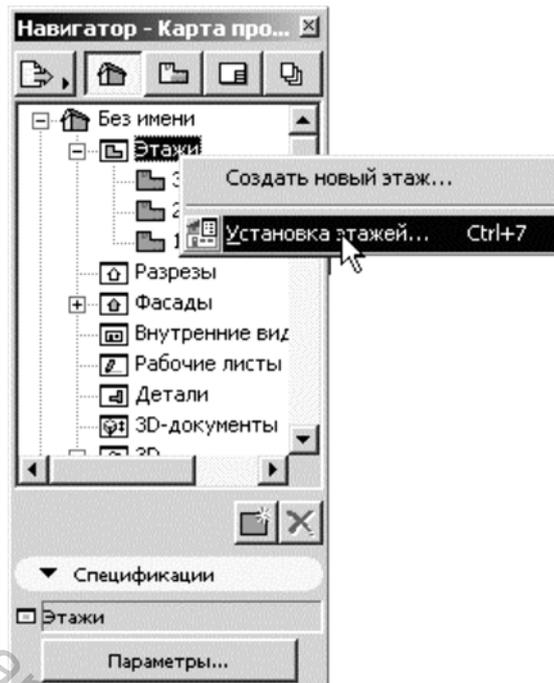


Рисунок 43 – Панель «Навигатор» в режиме вызова диалогового окна «Установка этажей»

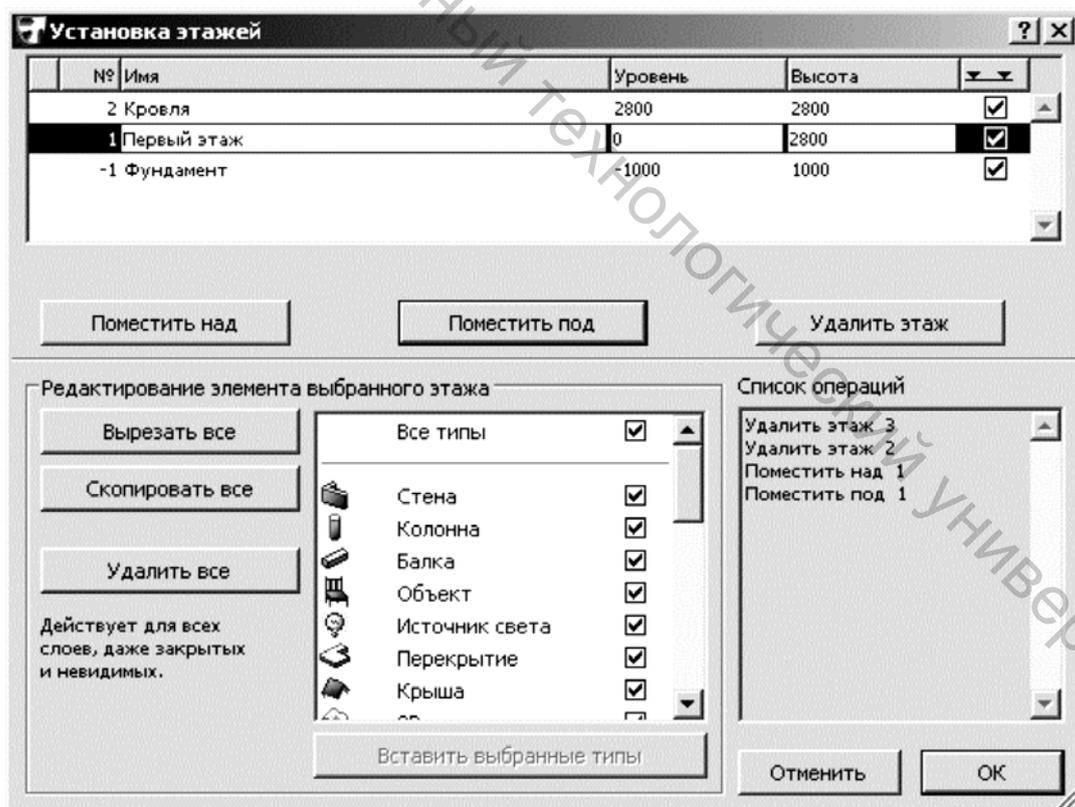


Рисунок 44 – Диалоговое окно «Установка этажей» с заданными параметрами высоты и уровня этажа, фундамента и кровли

2. При текущем первом этаже с помощью кнопки «Поместить над» (Insert Above) добавьте новый этаж, расположенный выше первого этажа, с именем Кровля. Установите для него высоту, равную 2800.

3. Окончательно диалоговое окно «Установка этажей» (Story Settings) для разрабатываемого проекта должно выглядеть так, как показано на рисунке 44.

4. Установите текущим первый этаж, для этого щелкните в диалоговом окне «Установка этажей» (Story Settings) на строке с названием этого этажа либо дважды щелкните на названии этажа на панели «Навигатор» (Navigator).

### Настройка параметров стены

Следующее, что необходимо сделать, это установить параметры стен и построить их.

1. Для построения стен используется инструмент «Стена» (Wall)  и для настройки его параметров дважды щелкните на этом инструменте, расположенном на «Панели инструментов» (ToolBox) в разделе «Конструирование» (Design). Будет вызвано диалоговое окно «Параметры стены по умолчанию» (Wall Default Settings), в котором задайте высоту стены 2800 и ширину 200 (рис. 45).

2. Способ построения стены зависит от выбора варианта в разделе «Способ построения» (Construction method). Так, если нажата кнопка «Слева»

(Left) , то назначается способ построения стены по внутреннему краю. При этом при построении стены ее базовая линия, которая отображается более широкой линией со стрелкой, будет находиться на внутреннем крае стены. Можно также создавать стены с базовой линией по центру и слева.

3. Нажмите кнопку «Сруб» (Log Details) и в диалоговом окне «Стена – параметры сруба» (Wall – Log Details) назначьте тип и размер бревен сруба (рис. 45). После этого закройте диалоговое окно настройки параметров стены.

#### *Настройка шаговой привязки*

Стены с заданными параметрами будем рисовать с настройками по умолчанию в виде отдельных отрезков. Для удобства построения стен назначим конструктивный шаг и «прилипание» (позиционирование по узлам сетки).

В этом случае курсор инструмента будет перемещаться с заданным дискретным шагом, что позволяет более точно выполнять построения.

1. Для настройки шага выполните команду Вид → Параметры сетки → Сетки и фон (View→Grid Options→Grids & Background) и в диалоговом окне «Сетки и фон» (Grids & Background) установите параметры, показанные на

рисунке 46. В нижней части диалогового окна нажмите кнопку  для позиционирования курсора по узлам сетки с заданным интервалом 400.

2. Теперь все готово для создания стен этажа. Для отсчета их длины удобно пользоваться панелью «Координаты» (Coordinates). Вызовите эту

панель (рис. 47) из меню Окно→Панели (Window→Palettes) и расположите ее в верхней части рабочей области.

3. Начало отсчета координат на плане этажа на экране отмечено небольшим крестиком. С помощью полос прокрутки рабочей области или колесика мыши отобразите начало отсчета координат в удобном для рисования месте. В большинстве случаев это левая нижняя точка рабочей области. Масштаб отображения на экране можно изменять различными способами. Наиболее простой – с помощью прокручивания колесика мыши. Если же перемещать мышь, удерживая колесико, то выполняется панорамирование (перемещение по экрану) проекта.

### Построение стен

Прежде чем начнем строить стены, сделаем одно важное замечание. Все архитектурные элементы строящейся модели создаются на отдельных слоях, которые могут быть закрыты для размещения на них элементов. Если будет выведено такое сообщение при построении стены или других конструктивных элементов, разрешите открыть слой.

1. Для построения стены на «Панели инструментов» (ToolBox) выберите инструмент «Стена» (Wall)  и щелкните указателем в начальной точке стены. Далее проведите указатель вверх или в сторону, как показано на рисунке 48, и щелкните указателем в конечной точке стены. Для построения строго горизонтальных или строго вертикальных стен необходимо удерживать клавишу <Shift>.

2. Для контроля длины стены следите за значениями на панели «Координаты» (Coordinates) (рис. 48 вверху), а также на «Табло слежения» (Tracker) (рис. 48 справа), которое вызывается с помощью кнопки «Показать/Спрятать табло слежения» (Show/Hide Tracker) , расположенной на панели «Стандарт» (Standard). Для построения стены заданной длины это значение можно задать на табло слежения или на координатной панели.

3. Поупражняйтесь в построении вертикальных, горизонтальных и наклонных стен требуемой длины. Для отмены построенной стены используйте клавишу <Esc>. Для удаления построенной стены выделите ее инструментом «Указатель» (Arrow)  из раздела «Выборка» (Select) «Панели инструментов» (ToolBox) и нажмите клавишу <Delete>.

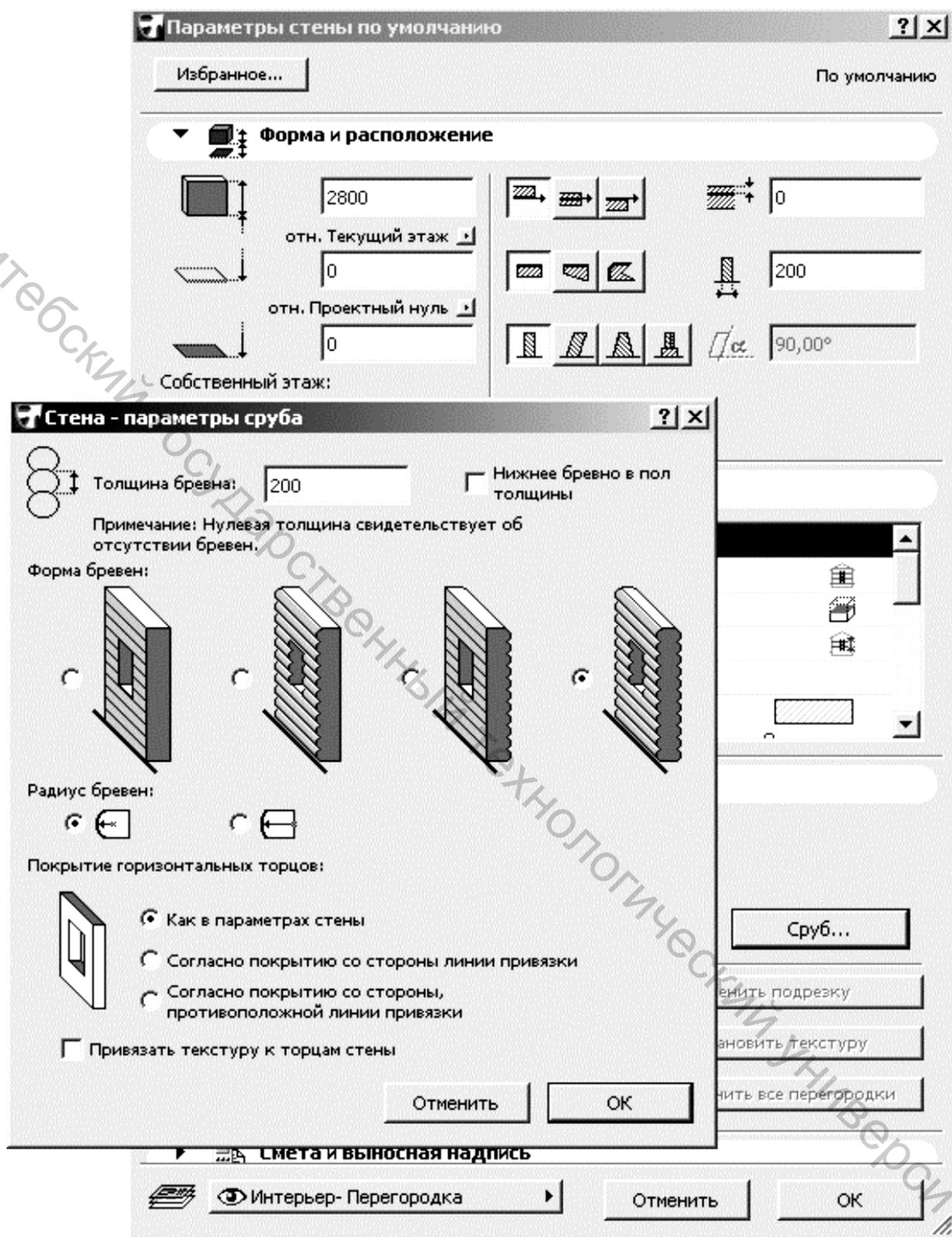


Рисунок 45 – Диалоговые окна «Параметры стены по умолчанию» и «Стена – параметры сруба»

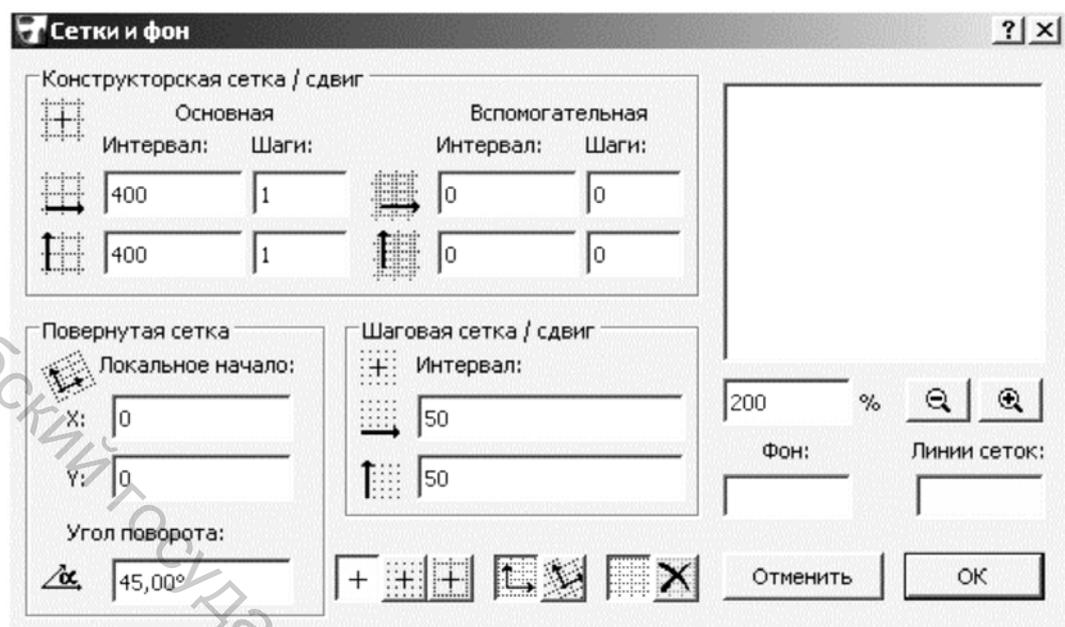


Рисунок 46 – Диалоговое окно «Сетки и фон»



Рисунок 47 – Панель «Координаты», отметка начала отсчета координат и один из видов курсора в форме галочки

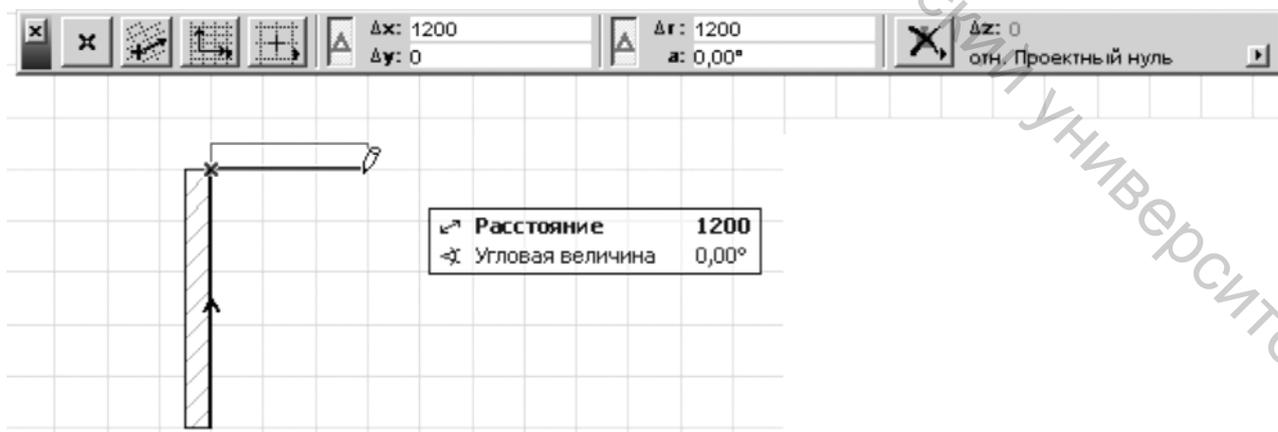


Рисунок 48 – Процесс построения стен, панели «Координаты» и «Табло слежения»

4. Постройте стены дома по размерам, показанным на рисунке 49. Отсутствующие размеры задайте по своему усмотрению. Слева показан план первого этажа, справа расположен гараж. Вы можете также создать свой похожий проект. Стены внутренних перегородок расположите по своему усмотрению. Они выполнены толщиной 100 мм. Для настройки их толщины необходимо перед их построением изменить толщину стены в диалоговом окне «Параметры стены по умолчанию» (Wall Default Settings) (см. рис. 45).

### Объемное представление модели

Конечно, хочется увидеть, как выглядит строящийся дом в трехмерном виде. Для этого выберите команду Вид→Режим 3D вида→Аксонметрия (View→3D View Mode→Axonometry). Такой вид для одного из этапов построения показан на рисунок 50.

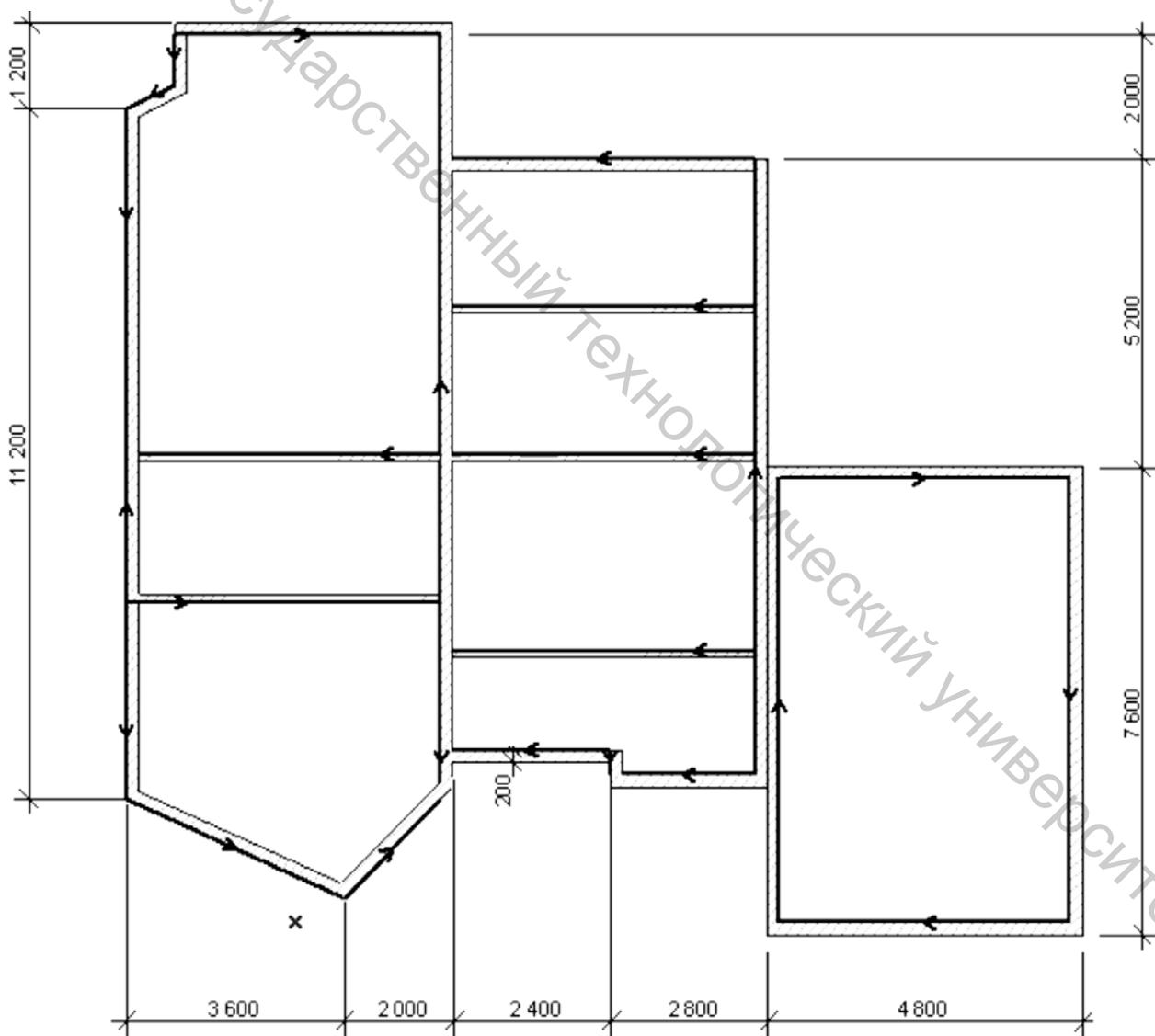


Рисунок 49 – План первого этажа дома

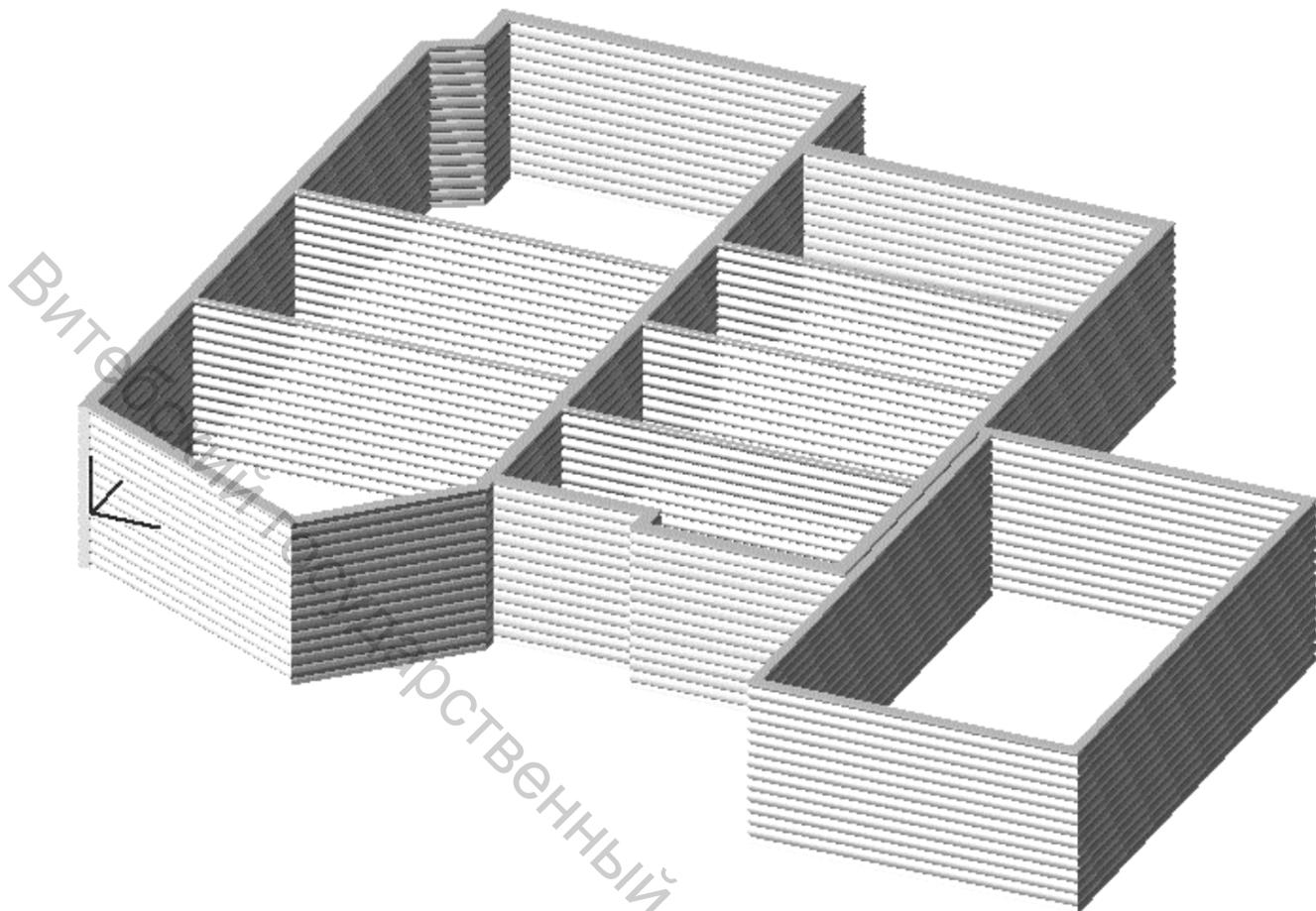


Рисунок 50 – Аксонометрический вид одного из этапов построения дома

Стандартный трехмерный вид «Аксонометрия» (Axonometry) отображается также на панели «Навигатор» (Navigator) в виде строки в разделе 3D, и к нему можно переходить в любое время для трехмерного отображения проекта. Далее положим балки и создадим перекрытие. Такие операции можно выполнять как на виде плана этажа, так и в трехмерном представлении (рис. 51).

Для возврата к виду в плане выполните на панели «Навигатор» (Navigator) двойной щелчок по имени Первый этаж.

### **Настройка и расположение балок**

Для создания балок предназначен инструмент «Балка» (Beam) . Размер и другие параметры балок настраиваются в диалоговом окне «Параметры балки по умолчанию» (Beam Default Settings), которое вызывается двойным щелчком указателя на значке инструмента (рис. 51).

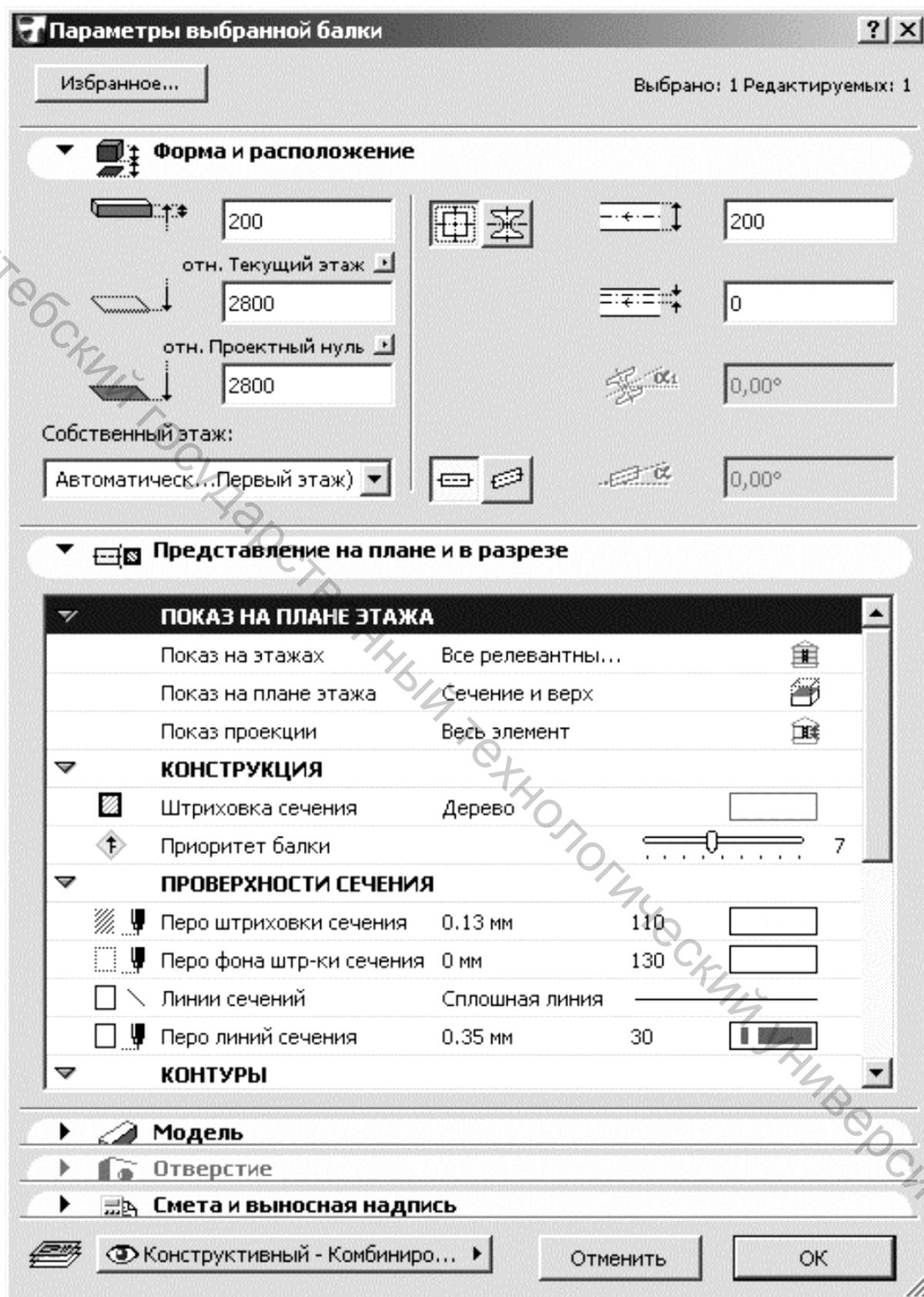


Рисунок 51 – Диалоговое окно «Параметры балки по умолчанию» с настроенными параметрами

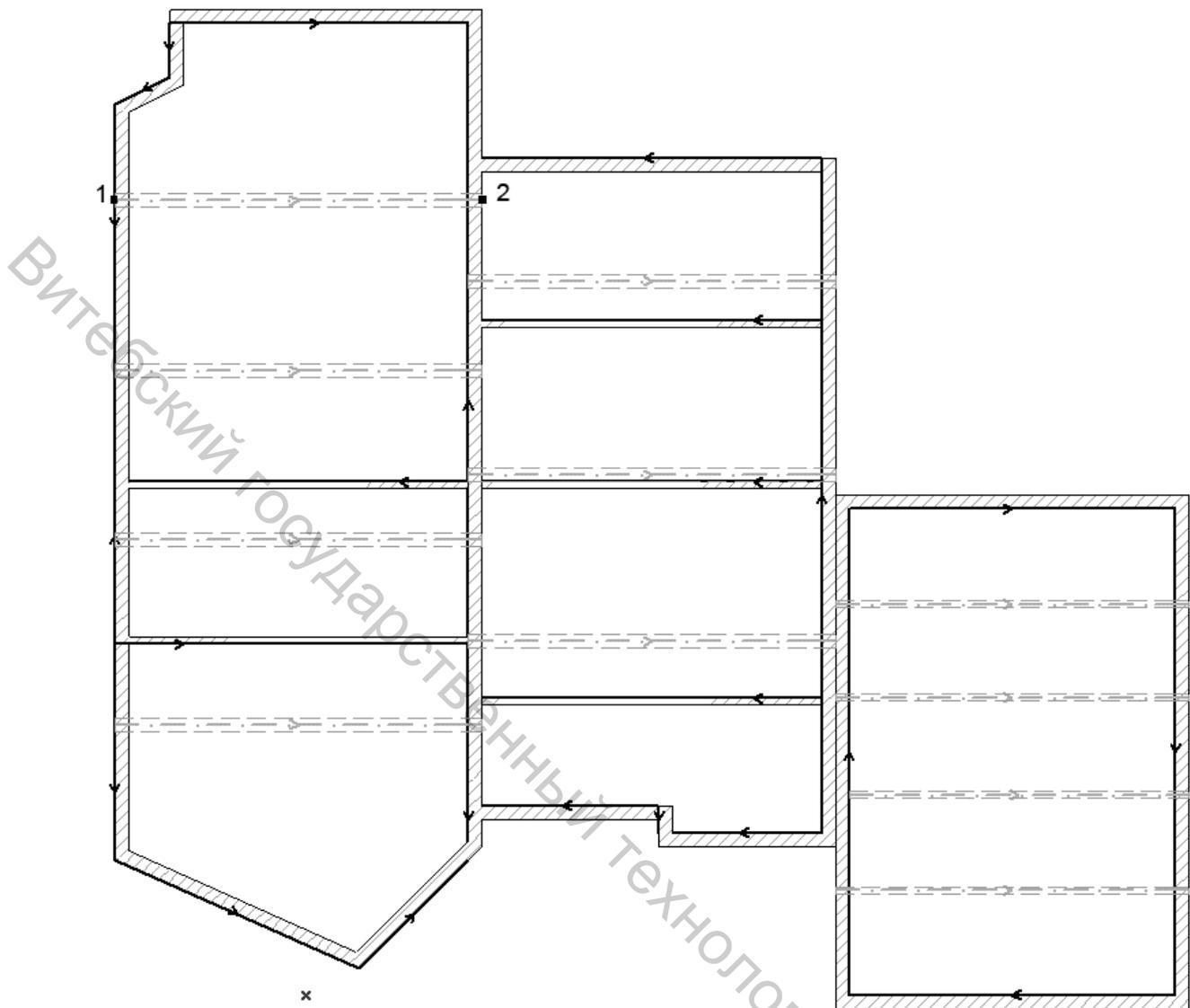


Рисунок 52 – Расположение балок на первом этаже дома и гаража

Для основных помещений дома установите высоту и ширину балок равными 200 мм и расположите их на высоте первого этажа (рис. 51). Для этого установите относительную высоту равной 2800.

Для расположения балки необходимо выбрать инструмент «Балка» (Beam)  и щелкнуть им на плане этажа в точке начала расположения балки, затем протянуть указатель и выполнить щелчок в конечной точке балки. Пример показан на рисунке 52. Точками 1 и 2 отмечены начальная и конечная точки расположения одной из балок. Аналогичными действиями расположите в требуемых местах остальные балки.

Перед тем как располагать балки гаража, измените в диалоговом окне «Параметры балки по умолчанию» (Beam Default Settings) (см. рис. 51) их размер на 50×50 мм.

## Создание перекрытий

Перекрытия создаются с помощью инструмента «Перекрытие» (Slab)



Параметры перекрытия устанавливаются в диалоговом окне «Параметры перекрытия по умолчанию» (Slab Default Settings), вызываемом после двойного щелчка на инструменте (рис. 53).

1. Для основных помещений дома задайте значение высоты перекрытия равным 300 мм и расположение на высоте 3100 мм. Это связано с тем, что возвышение перекрытия измеряется относительно его верхней поверхности.

2. Для создания перекрытия выберите инструмент «Перекрытие» (Slab)



, проследите, чтобы на панели «Информационное табло» (Info Box) была нажата кнопка «Многоугольник» (Polygonal) , и выполните щелчки указателем на всех угловых точках периметра жилых помещений. В плане этажа отобразится созданный многоугольник, а перекрытие отобразится при переходе в 3D-окно.

*Примечание:*

Если задано неверное расположение перекрытия, то его после создания можно переместить на требуемую высоту. Для этого необходимо с помощью инструмента «Указатель» (Arrow)  выбрать перекрытие (например, в трехмерном представлении проекта), щелчком правой кнопкой мыши вызвать контекстное меню (рис. 54) и выбрать из контекстного меню команду «Изменить расположение» (Move), а затем «Сместить по вертикали» (Elevate) или «Переместить» (Drag). Аналогичным образом можно изменить параметры и любого другого конструктивного элемента.

3. Для гаража создайте перекрытие толщиной 50 мм. Далее установим окна и двери. Для этого, чтобы не мешали созданные перекрытия, с помощью описанных выше команд временно сместите их за пределы строения. Из этого примера можно сделать вывод, что удобнее окна и двери располагать до создания перекрытий.

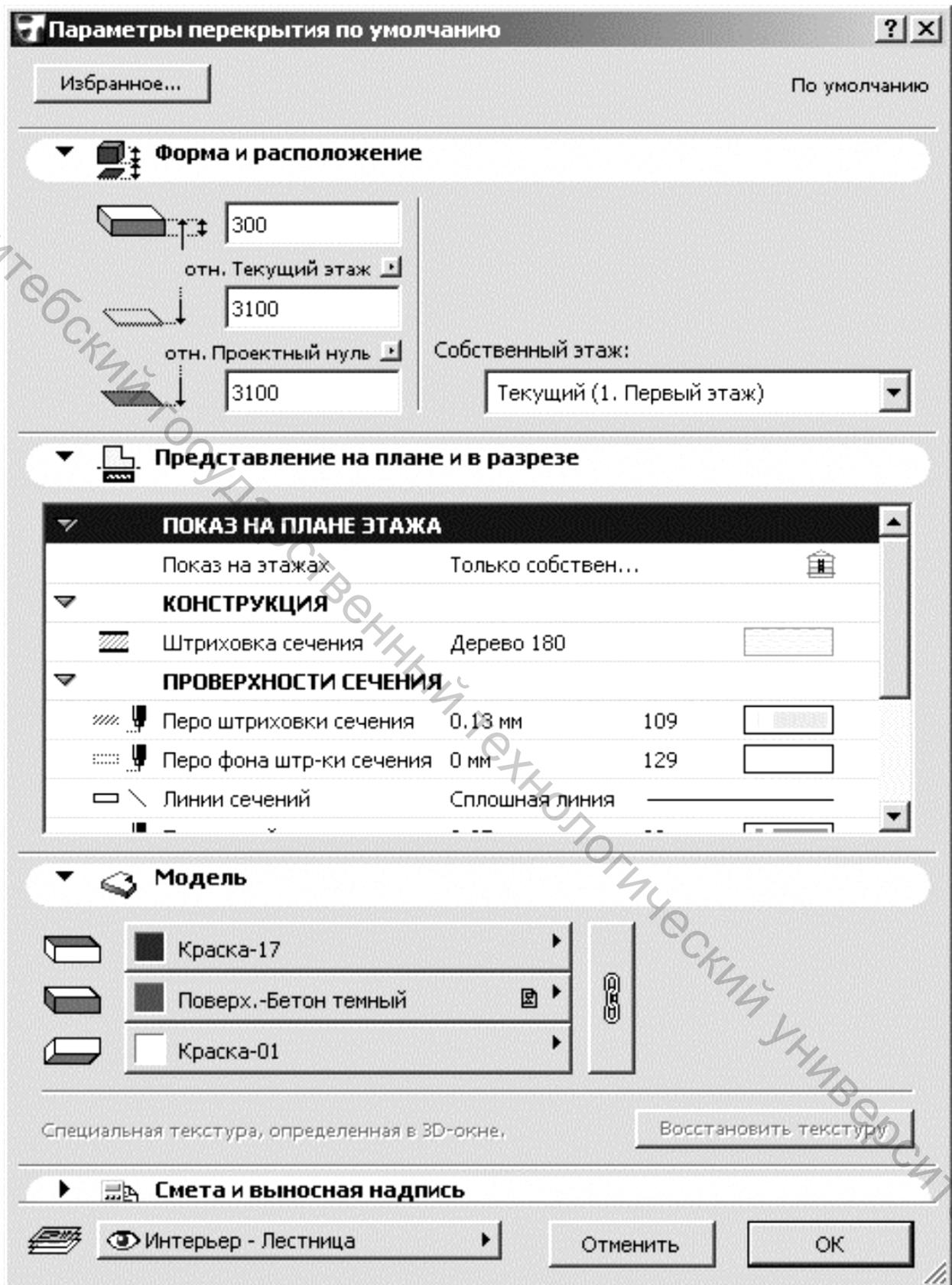


Рисунок 53 – Диалоговое окно «Параметры перекрытия по умолчанию»

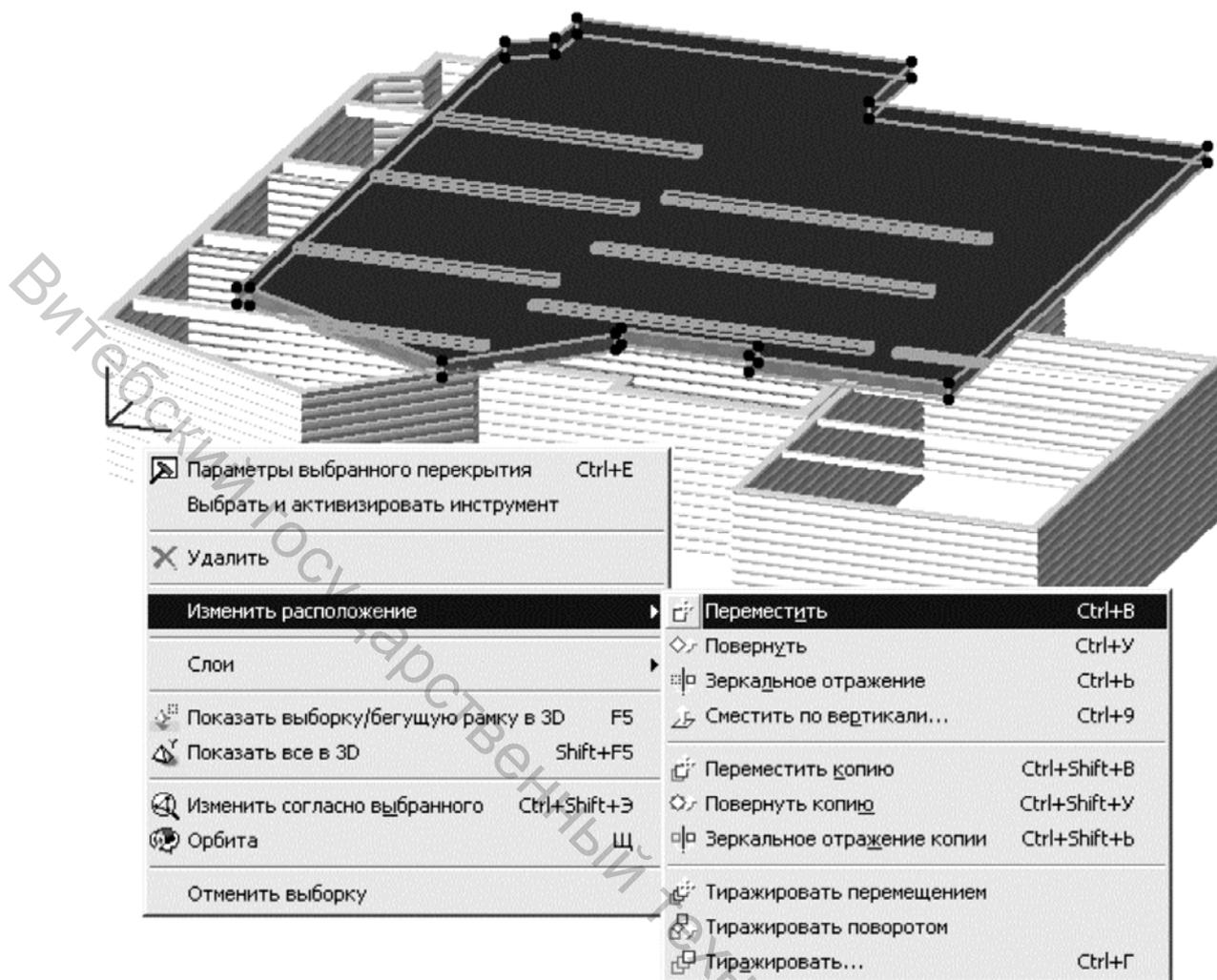


Рисунок 54 – Выделение перекрытия для перемещения

### Установка окон

Окна в программе выбираются из стандартных библиотек. Они являются параметрическими элементами. Это означает, что для выбранного типа окна можно изменить его размер и многие другие параметры.

Установка окон, как и рассмотренных ранее других конструктивных элементов (стен, балок, перекрытий), выполняется в два этапа. Вначале необходимо выбрать тип окна и задать его параметры, далее на плане этажа указать место расположения окна. Для установки разных типов окон такие процедуры необходимо выполнять для каждого из типов.

Окна устанавливаются с помощью инструмента «Окно» (Window) , а их выбор и назначение параметров выполняются в диалоговом окне «Параметры окна по умолчанию» (Window Default Settings), показанном на рисунке 55, которое вызывается двойным щелчком на инструменте «Окно» (Window) .

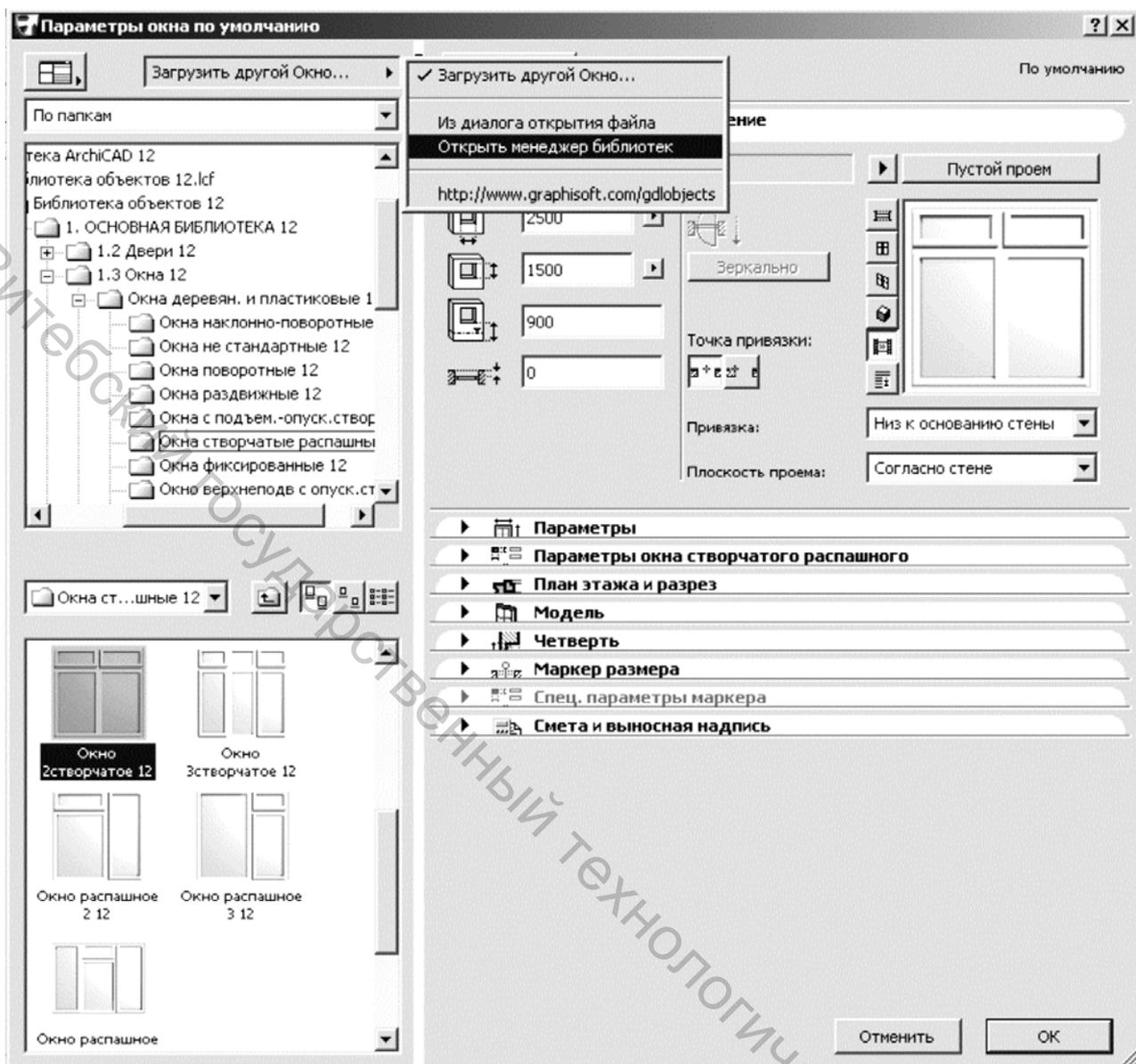


Рисунок 55 – Диалоговое окно «Параметры окна по умолчанию» с раскрытым меню команд загрузки библиотек программы

*Примечание*

При создании нового проекта автоматически загружаются библиотеки стандартных элементов ArchiCAD. Их также можно загрузить из диалогового окна «Параметры окна по умолчанию» (Window Default Settings). Для этого нажмите в диалоговом окне (рис. 55) кнопку «Загрузить другой Окно» (Load Other Window) и в раскрывающемся меню выберите команду «Открыть менеджер библиотек» (Open Library Manager). С помощью менеджера библиотек загрузите библиотеку ArchiCAD. Для этого в диалоговом окне менеджера библиотек нажмите кнопку «Добавить» (Add), а затем кнопку «Загрузить» (Reload). Менеджер библиотек можно также вызвать из меню Файл→Библиотеки и объекты (File→Libraries and Objects).

1. Для проектируемого дома выберите вначале «Окно» 2-х створчатое 12 и задайте для него размер ниши шириной 2500 мм и высотой 1500 мм, а расстояние над уровнем пола установите равным 900 мм. Остальные параметры оставьте установленными по умолчанию. Обратите внимание, что в разделе

Точка привязки нажата кнопка «По оси» (Center) . Это означает, что при установке окна необходимо на плане стены указать точку, в которой будет располагаться середина окна.

2. Для установки окна увеличьте отображение плана этажа, подведите указатель инструмента «Окно» (Window)  к базовой линии стены и щелкните им в точке расположения середины окна (на рисунке 56 это точка, помеченная 1). При этом курсор принимает вид глаза. Для правильного расположения окна этим указателем необходимо указать наружную сторону окна. Для этого сместите указатель на уличную сторону стены и выполните еще один щелчок указателем (точка 2 на рисунке 56). Окно будет установлено.

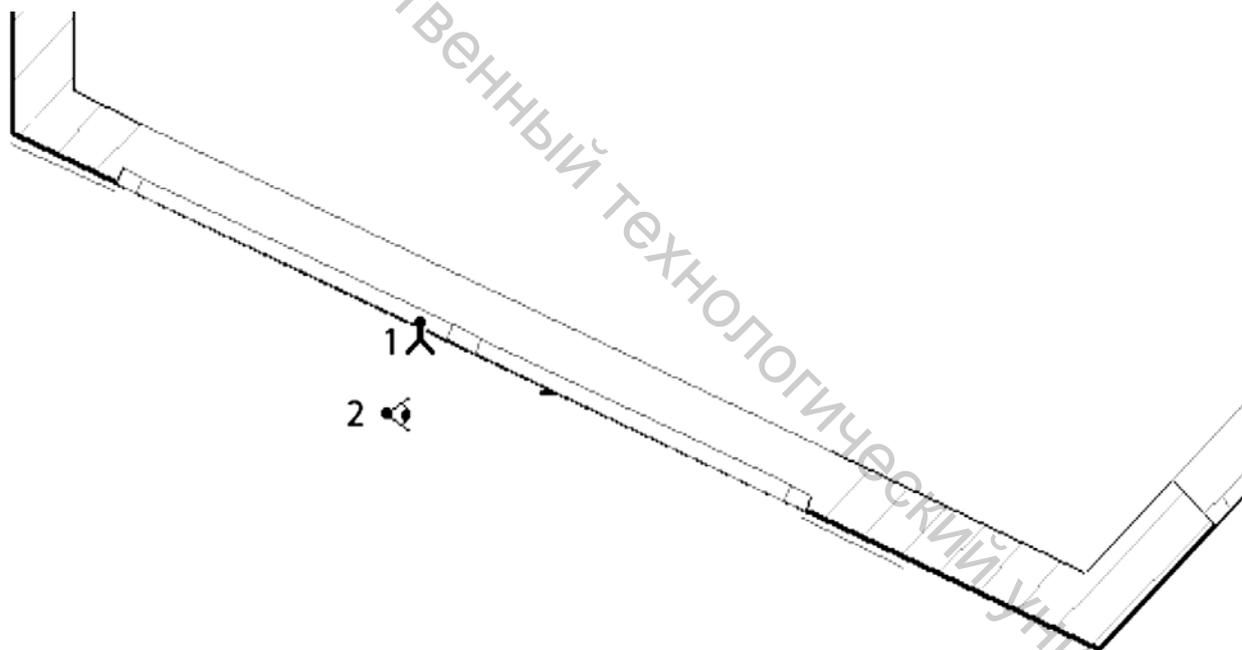


Рисунок 56 – Процесс установки окна

3. Аналогичным образом выберите тип, назначьте параметры и установите остальные окна. Для рассматриваемого примера расположение окон показано на рисунке 58.

## Установка дверей

Установка дверей принципиально ничем не отличается от установки окон.



Для работы с дверьми предназначен инструмент «Дверь» (Door)

1. Двойной щелчком указателем на инструменте вызывает диалоговое окно «Параметры двери по умолчанию» (Door Default Settings), в котором выберите тип двери и назначьте ее размеры (рис. 57). После этого инструментом «Дверь»



(Door) щелкните на плане этажа на базовой линии стены, чтобы определить положение середины двери (точку привязки).

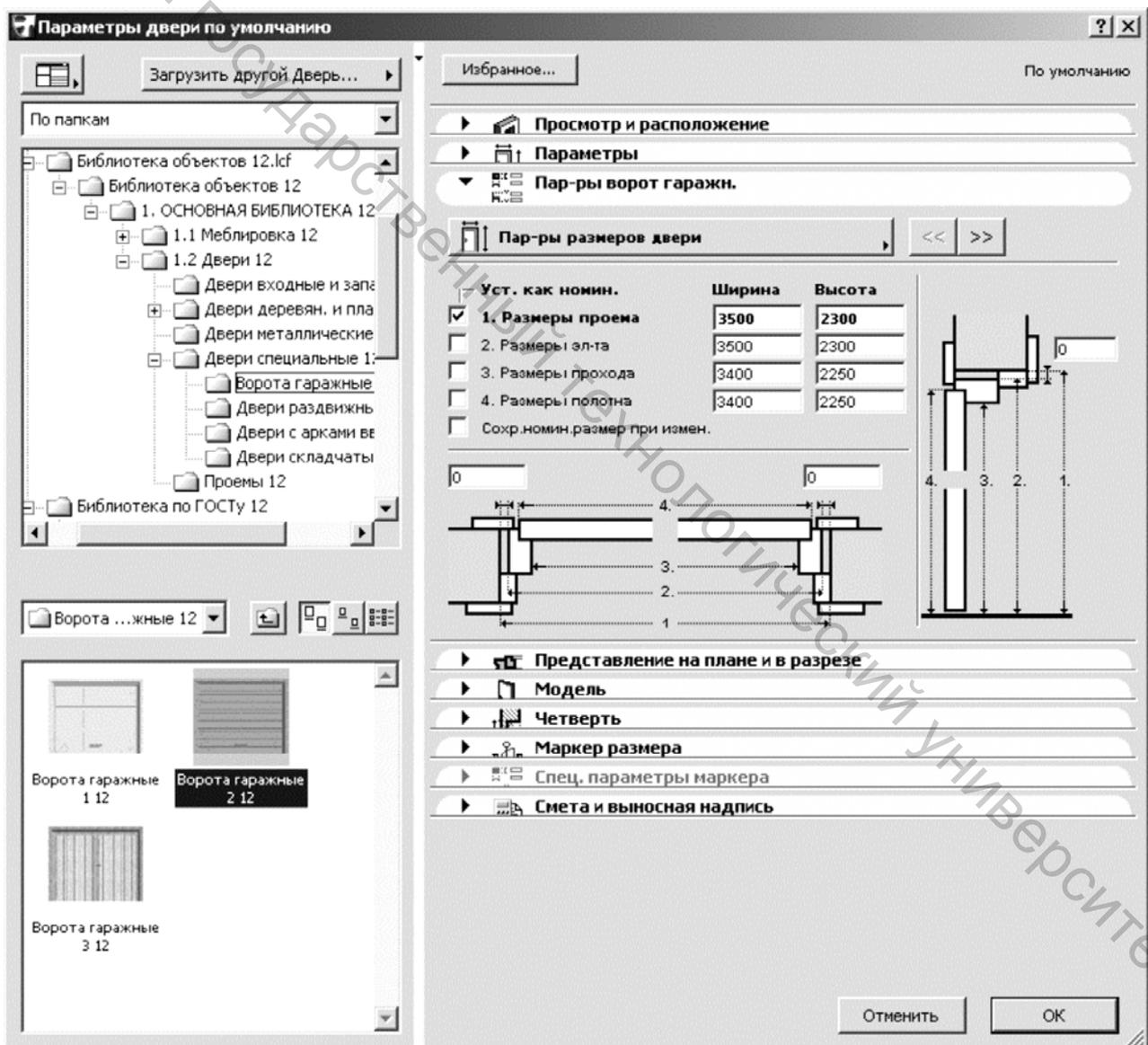


Рисунок 57 – Диалоговое окно «Параметры двери по умолчанию» с выбранными гаражными воротами

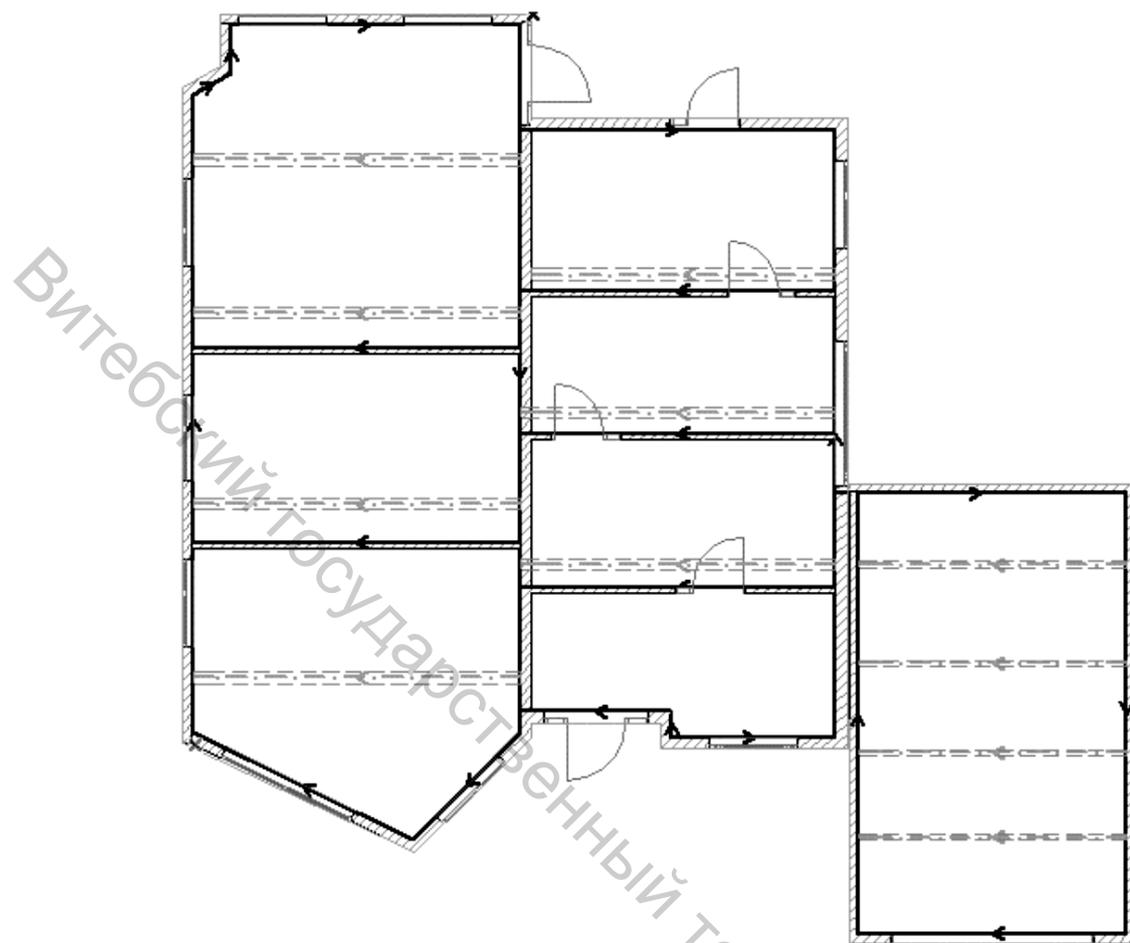


Рисунок 58 – Расположение окон и дверей и трехмерный вид первого этажа модели дома

Необходимо предварительно выбрать тип двери и назначить ее параметры, затем расположить дверь, указав место ее положения на изображении стены.

2. Далее следует указать сторону и направление открытия двери. Для этого переместите курсор в виде глаза на ту сторону стены, куда будет

открываться дверь, и щелкните справа или слева от середины двери, указав таким образом направление открытия двери.

*Примечание:*

Для удаления установленного окна или двери необходимо выделить их с помощью инструмента «Указатель» (Arrow)  и нажать клавишу <Delete>. Кроме того, легко изменить параметры уже установленного окна или двери. Для этого после выделения, например, окна необходимо щелкнуть на окне правой кнопкой мыши и в открывшемся контекстном меню выбрать команду «Параметры выбранного окна» (Window Selection Settings), которая вызывает одноименное диалоговое окно, аналогичное диалоговому окну «Параметры окна по умолчанию» (Window Default Settings) для изменения параметров окна (см. рис. 55).

Расположение окон и дверей для рассматриваемого примера и трехмерный вид первого этажа модели дома показаны на рисунке 58.

### **Создание отверстия в перекрытии**

Для того чтобы установить лестничный пролет на чердачное помещение, создадим в перекрытии первого этажа прямоугольное отверстие размером 2000×2000 мм.

1. Из меню «Вид» (View) вызовите команду «Орбита» (Orbit)  или нажмите клавишу <Щ>. Разверните модель, чтобы отобразилась задняя часть строения.

2. Инструментом «Указатель» (Arrow)  выделите перекрытие, щелкните на нем правой кнопкой мыши и из контекстного меню выберите команду «Выбрать и активизировать инструмент» (Select & Activate Tool).

3. Указателем в виде галочки щелкните на узле выделенного перекрытия. В вызванной панели инструментов (рис. 59) нажмите кнопку «Удаление из многоугольника» (Subtract from polygon) .

Далее необходимо нарисовать периметр отверстия.

1. Щелчком левой кнопки мыши укажите начальную угловую точку отверстия. Далее переместите указатель вверх, в «Табло слежения» (Tracker) в поле «Расстояние» (Distance) введите значение 2000 и в поле «Угловая величина» (Angle) введите значение 90, нажмите клавишу <Enter> и левую кнопку мыши, чтобы завершить построение первой стороны отверстия.

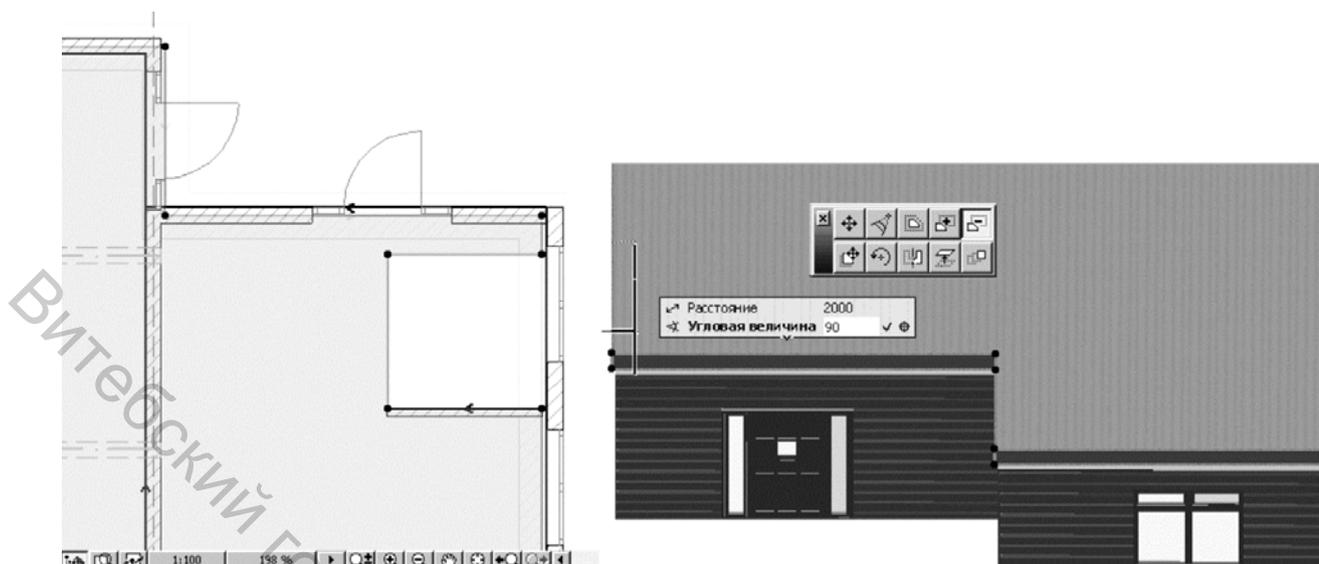


Рисунок 59 – Процесс создания отверстия в перекрытии (справа) и созданное отверстие (слева)

2. Переместите указатель вправо и аналогичным образом постройте горизонтальную сторону отверстия. Далее постройте две оставшиеся стороны отверстия.

Процесс построения отверстия показан на рисунке 59 справа, а готовое отверстие – слева.

### Создание пола первого этажа и проектирование фундамента

В качестве пола первого этажа жилых помещений скопируем перекрытие, которое по форме соответствует полу. Правда, необходимо учесть, что в нашем примере перекрытие подрезано под крышу; кроме того, в нем вырезано отверстие. Эти особенности будут унаследованы и полом.

#### Создание пола

В качестве пола первого этажа создадим перекрытие для этажа Фундамент.

1. Для копирования перекрытия выделите его в окне плана первого этажа (см. рис. 54), вызовите контекстное меню и поместите перекрытие в буфер обмена командой «Скопировать» (Copy).

2. На панели «Навигатор» (Navigator) двойным щелчком указателя активизируйте этаж Фундамент, щелкните правой кнопкой мыши и из контекстного меню выполните команду «Вставить» (Paste).

3. Перейдите в 3D-окно, вызовите диалоговое окно редактирования перекрытия (щелкнув правой кнопкой мыши по перекрытию при выбранном инструменте «Указатель» и вызвав пункт «Параметры выбранного перекрытия» (Slab Selection Settings) в открывшемся контекстном меню) и расположите копию перекрытия, которая будет служить полом, на высоте –1000 мм.

### Создание фундамента

Для создания фундамента также можно скопировать стены жилого помещения. Такие операции мы будем изучать далее. В качестве упражнения создадим фундамент в виде стен высотой 1000 мм по форме жилых помещений.

1. Проследите, чтобы текущим был установлен этаж **Фундамент**.

2. Вызовите диалоговое окно настройки стен (см. рис. 45), установите высоту стен 1000 и ширину 400. Относительную высоту основания стен установите равной – 1300. Выберите способ построения стены **По центру**

(Center) . В качестве материала поверхности назначьте **Бетон темный**.

3. Для построения стен фундамента воспользуемся контуром перекрытия, отображенным на плане этажа **Фундамент** (рис. 60, вверху).

Вид дома с фундаментом и полом показан на рисунке 60, внизу.

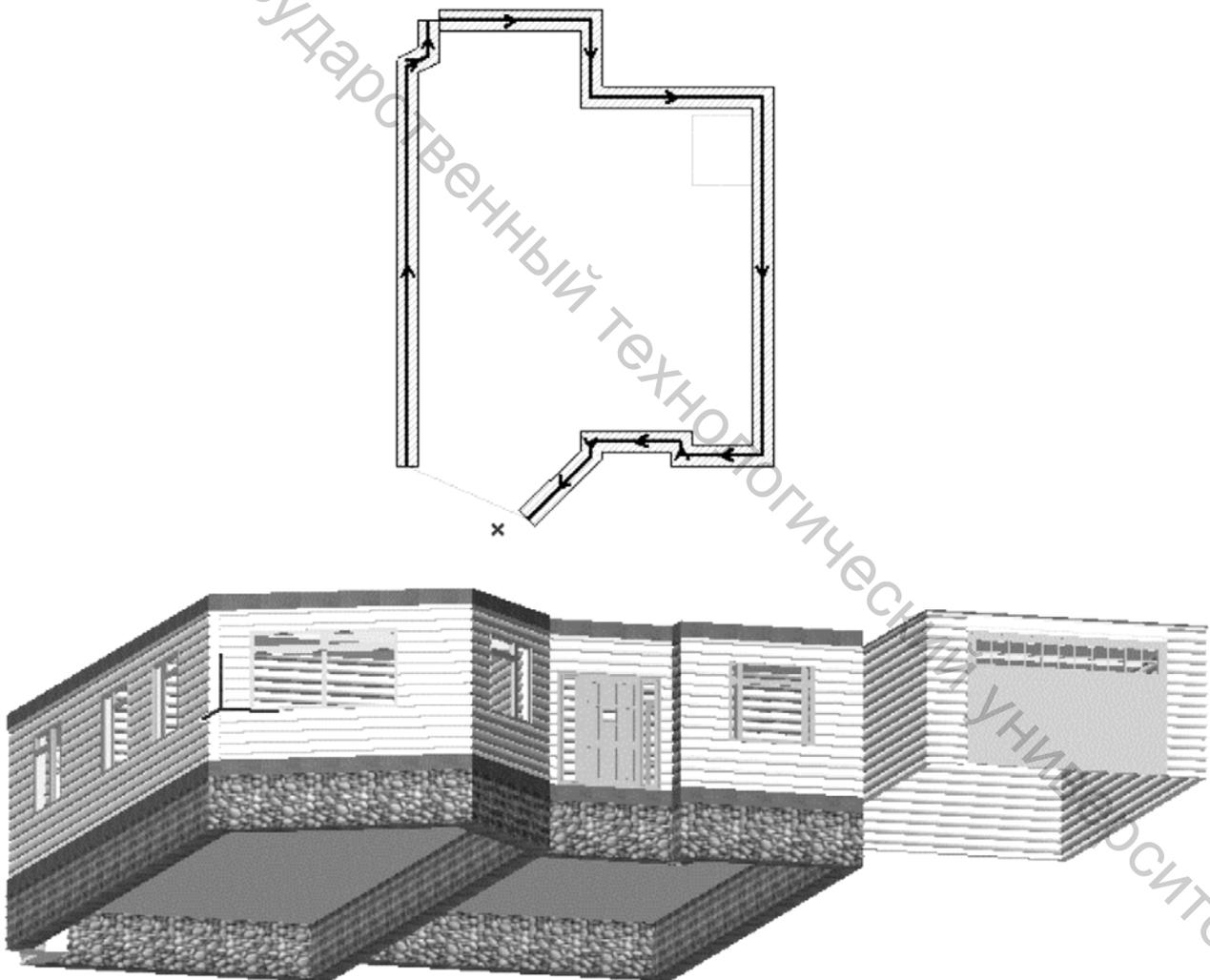


Рисунок 60 – Построение стен фундамента и вид дома с фундаментом и полом

### Создание стен чердачного помещения

Создадим стены чердачного помещения, затем после создания крыши подрежем стены под крышу.

1. Щелкните на панели «Навигатор» (Navigator) правой кнопкой мыши на имени первого этажа и выберите в контекстном меню команду «Показать в качестве ссылки фона» (Show As Trace Reference).

2. Двойным щелчком на имени Кровля перейдите в рабочее окно плана этого этажа. Так как выполнена команда п. 1, то на плане этажа **Кровля** будет отображено изображение стен первого этажа.

3. Задайте высоту стен 3100, ширину 150 и возвышение, равное 2100. Нарисуйте стены на плане этажа, как это показано на рисунке 61, слева. Вид дома в 3D-окне на этом этапе показан на рисунке 61, справа.

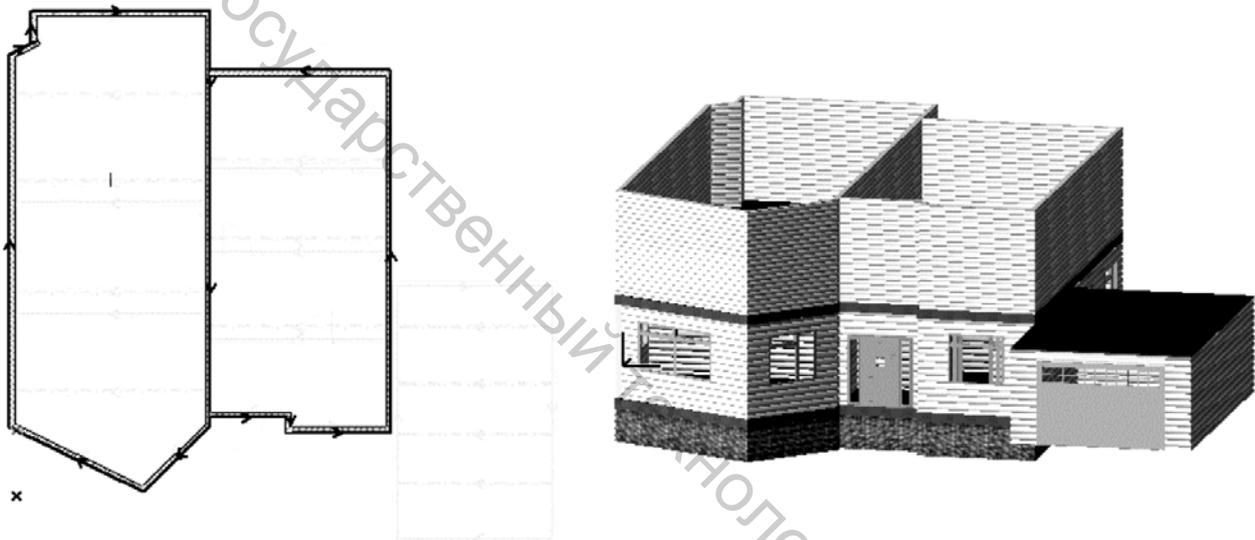


Рисунок 61 – Построение стен этажа **Кровля** и вид дома в 3D-окне

После построения крыши некоторые стены мы удлиним, чтобы заделать переднюю и заднюю части чердачного помещения. Теперь все готово для построения кровли.

### Построение крыш

Крыши создаются с помощью инструмента «Крыша» (Roof) . Как и при создании других архитектурных элементов, вначале необходимо назначить параметры крыши, затем определить ее размер и форму.

Создадим две односкатные крыши для каждой стороны жилых помещений дома. Технология показана на рисунке 62. Вначале создадим две односкатные крыши, затем отобразим их зеркально и подрежем стены под крыши.

1. Перейдите в рабочее окно плана этажа **Кровля**. Для этого дважды щелкните по имени этого этажа на панели «Навигатор» (Navigator).

2. Дважды щелкните указателем на инструменте «Крыша» (Roof)  для вызова диалогового окна «Параметры крыши по умолчанию» (Roof Default Settings).

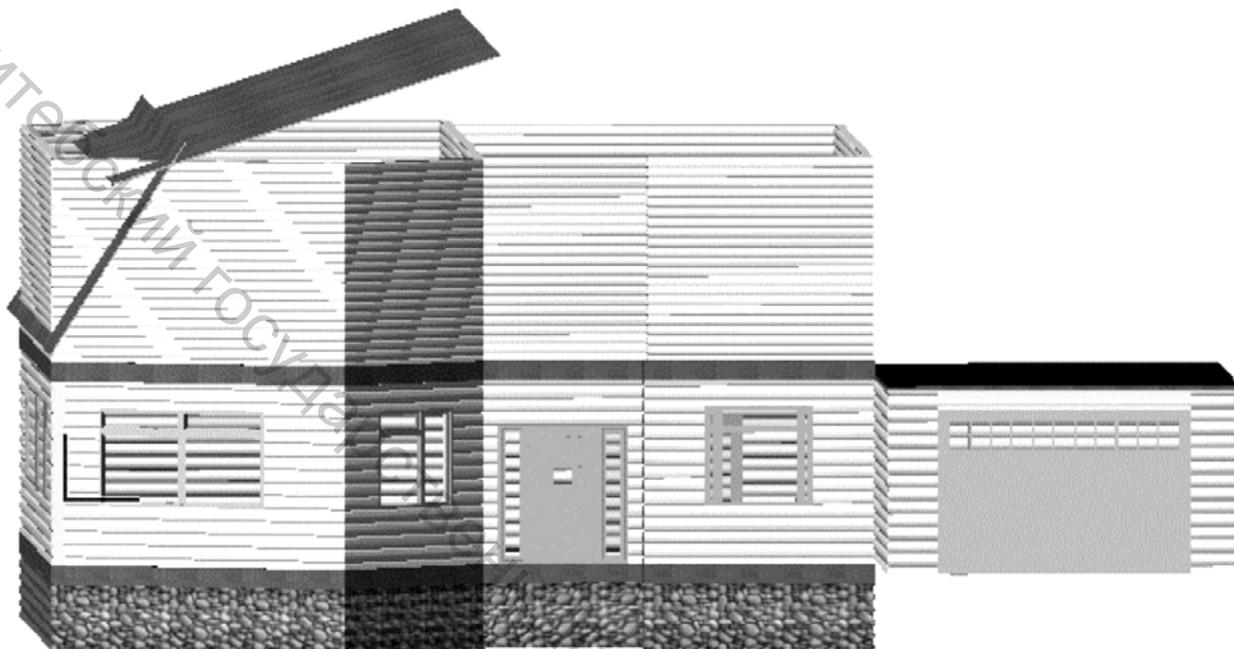


Рисунок 62 – Технология создания кровли

3. Установите относительную высоту верхней крыши (возвышение базовой линии от уровня этажа) равной 4000 мм, угол наклона крыши равным  $20^\circ$  и высоту свеса крыши по вертикали равной 34 мм (рис. 63).

4. Если поле задания толщины крыши недоступно, установите на панели «Конструкция» (Structure) параметр Штриховка сечения в значение **Черепица** или другое подходящее значение штриховки, за исключением многослойных конструкций.

5. Нажмите кнопку **ОК**. Настройка параметров крыши на этом заканчивается.

Для построения верхней односкатной крыши необходимо выполнить следующие операции:

1. Активизируйте инструмент «Крыша» (Roof) . На «Информационном табло» (Info Box) нажмите кнопку построения крыши «Прямоугольная или прямоугольная с поворотом» (Rectangular or Rotated Rectangular) .

2. Постройте базовую линию крыши путем указания начальной и конечной ее точек (точки 1 и 2 на рисунке 64).

3. Отобразившимся курсором в виде глаза щелкните в направлении подъема ската крыши (точка 3).

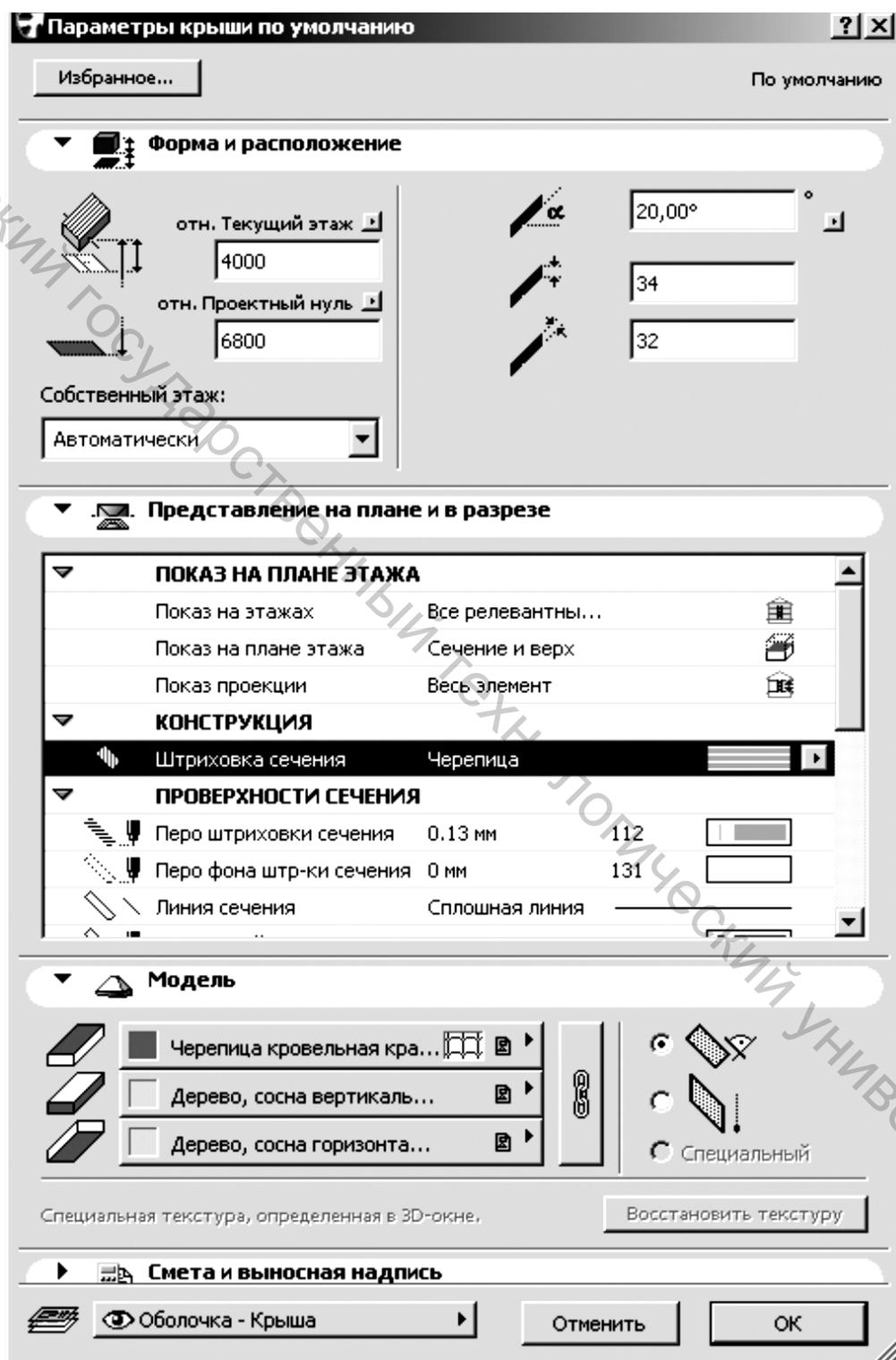


Рисунок 63 – Диалоговое окно «Параметры крыши по умолчанию»

4. Очертите прямоугольную область ската крыши, указав одну из ее угловых точек и вторую, расположенную по диагонали (точки 4 и 5 на рисунке 64).

5. Перейдите в рабочее окно 3D для просмотра построенной односкатной крыши.

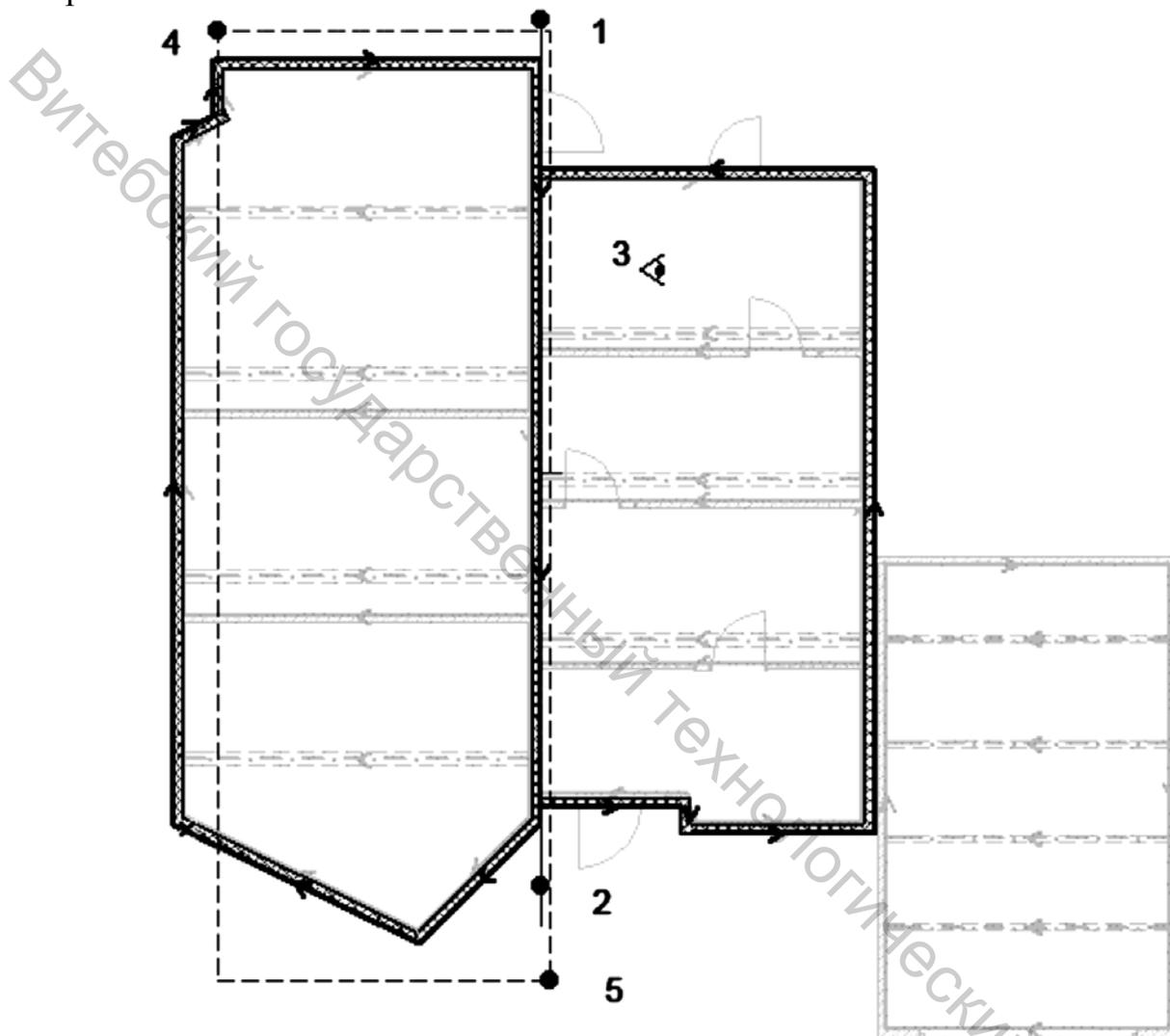


Рисунок 64 – Процесс построения верхней односкатной крыши

Для построения нижней односкатной крыши установите для нее возвышение базовой линии равным 3000, угол наклона  $60^\circ$  и толщину 34 мм. Построенные крыши показаны на рисунке 62.

#### Подрезка элементов под крышу

Стены, балки, перекрытия и другие архитектурные элементы, в случае если они пересекаются с крышей, могут быть подрезаны под крышу. Такой пример для перекрытия показан на рисунке 65. Слева исходное состояние перекрытия, справа – после подрезки.

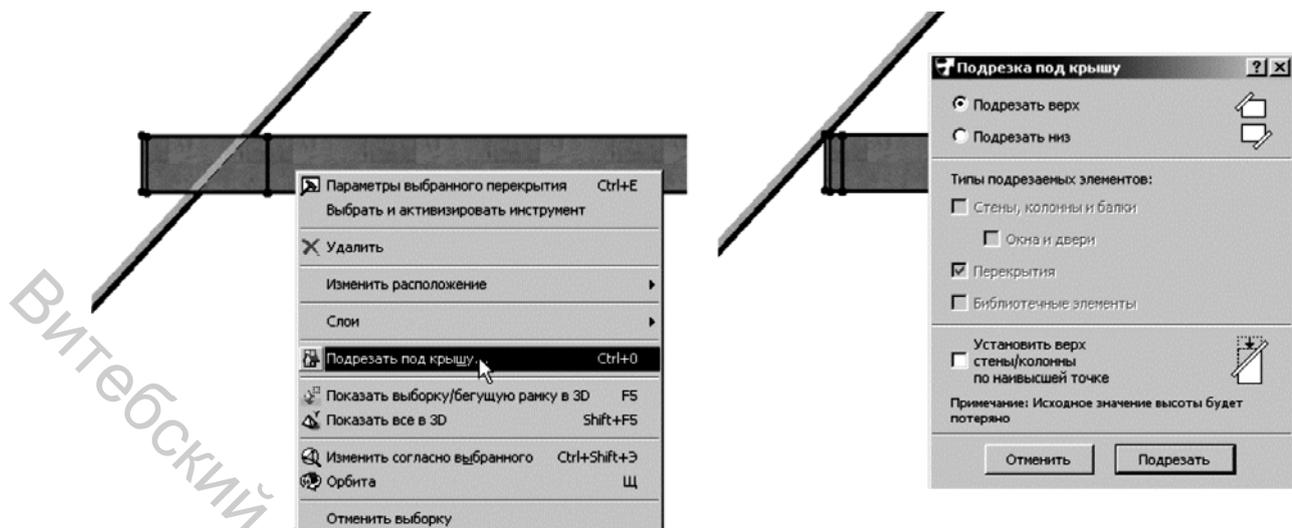


Рисунок 65 – Процесс подрезки перекрытия под крышу.  
Слева – исходное состояние, справа – после подрезки

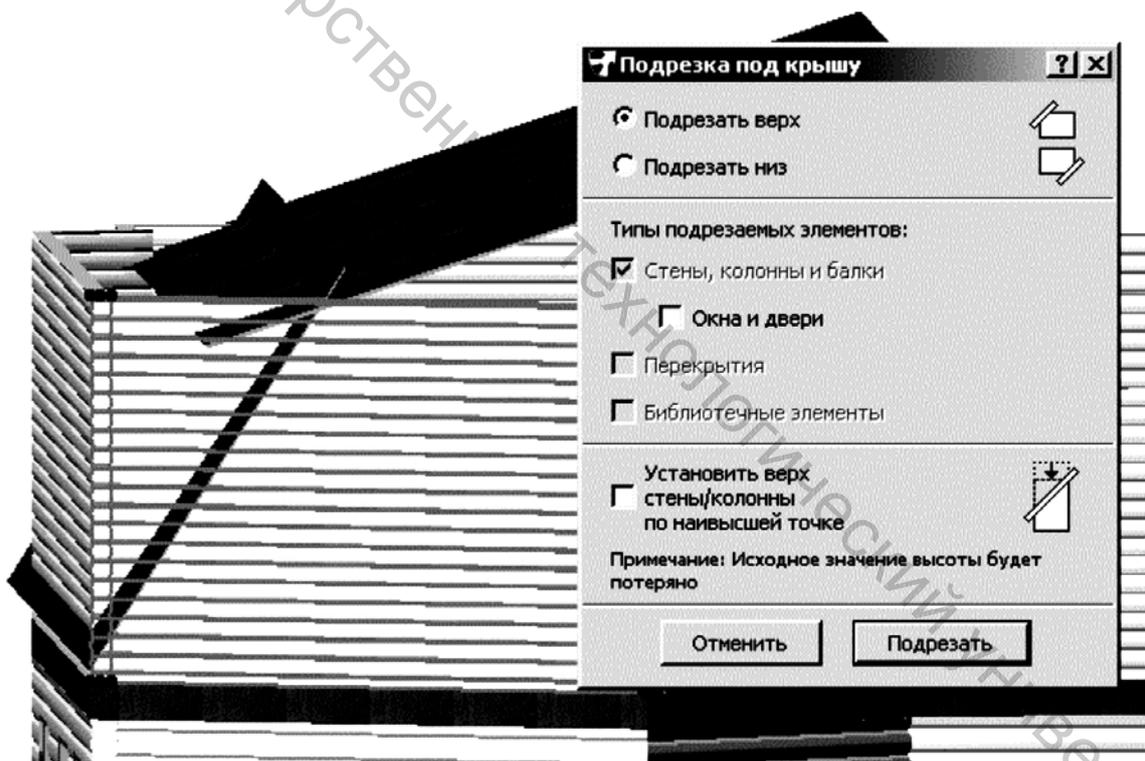


Рисунок 66 – Процесс подрезки стены под крышу

1. Для подрезки стены выделите ее с помощью инструмента «Указатель» (Arrow) , щелчком правой кнопки мыши вызовите контекстное меню (рис. 65 слева) и выберите из него команду «Подрезать под крышу» (Trim to Roof).

2. В открывшемся диалоговом окне «Подрезка под крышу» (Trim to Roof) установите переключатель «Подрезать верх» (Trim Top) и нажмите кнопку «Подрезать» (Trim). Стена будет подрезана (рис. 66).

Процесс подрезки стены показан на рисунке 66. После подрезки всех стен необходимо выполнить сопряжение скатов крыш.

### Сопряжение скатов

Во многих случаях построить кровлю в один прием затруднительно. Одной из операций редактирования крыш является подрезка и сопряжение скатов. Такой пример показан на рисунке 67. Слева видно исходное состояние скатов, справа – после подрезки.

Для сопряжения скатов выполните следующие операции:

1. С помощью инструмента «Указатель» (Arrow)  выберите одну из крыш.
2. Нажмите и удерживайте клавишу <Ctrl> и щелкните указателем на верхнем ребре второй крыши. Крыша будет подрезана.
3. Повторите операцию для второй необрезанной крыши.

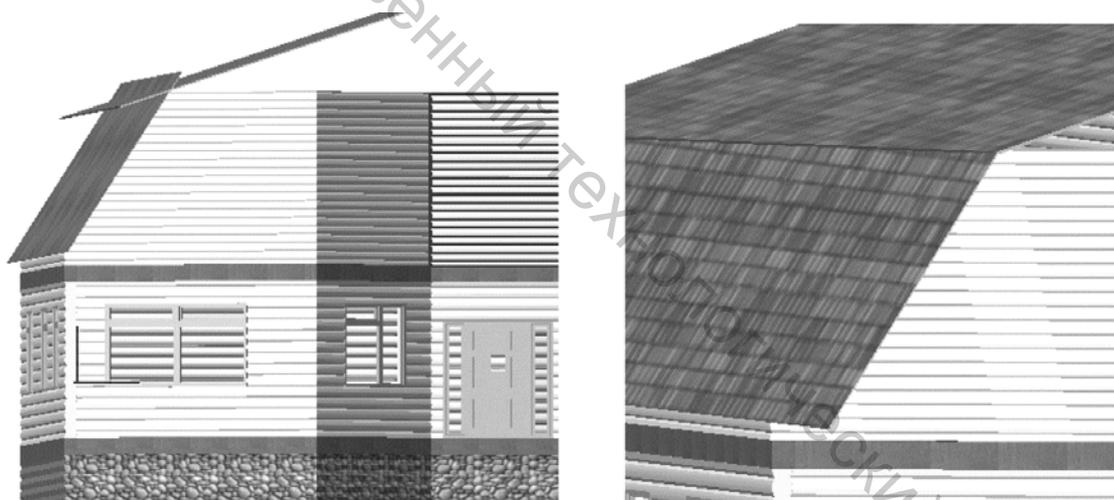


Рисунок 67 – Слева – исходное состояние скатов, справа – крыша после подрезки

### Зеркальное отображение крыш

После создания левых скатов крыш и их подрезки правые скаты крыши можно создать зеркальным отображением.

Для этого в плане этажа необходимо с помощью инструмента «Указатель» (Arrow)  выбрать крышу, вызвать контекстное меню (рис. 68) и в нем выбрать команду **Изменить расположение** → Зеркальное отражение копии (Move → Mirror a Copy). Далее следует указать положение двух точек на оси отражения.

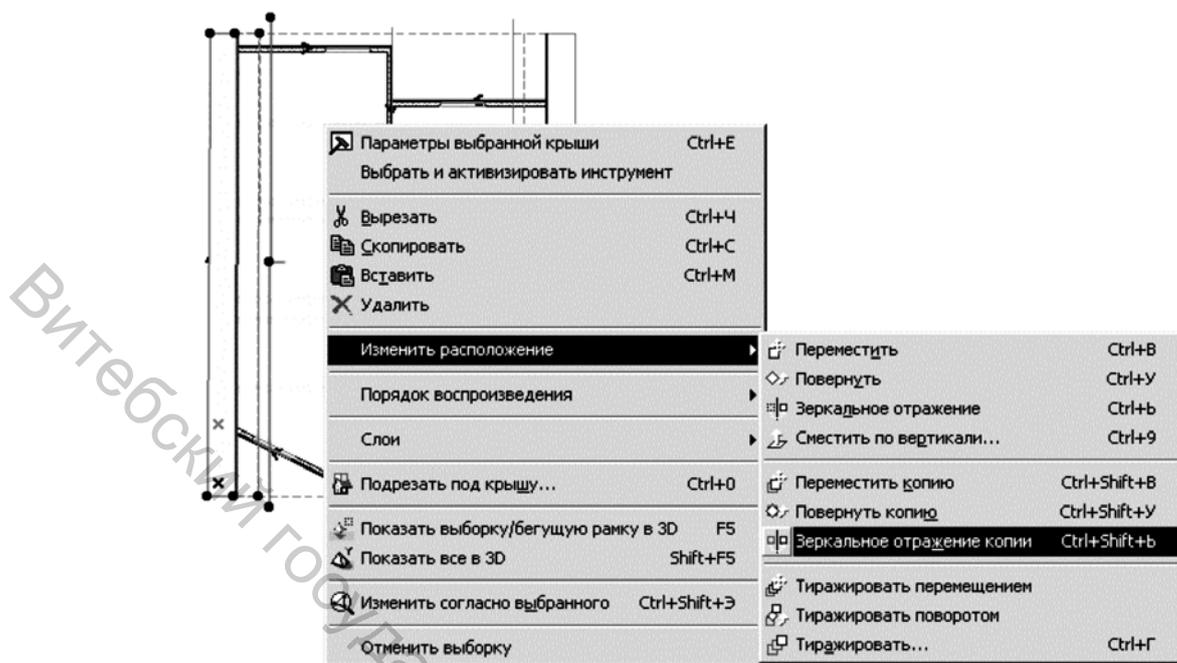


Рисунок 68 – Процесс зеркального отображения нижней части крыши

### Дополнительные работы

Добавьте окна для чердачного помещения. Выполните другие проектные работы для жилых помещений и гаража. Укажем только, что крыша гаража создана с углом наклона  $5^\circ$  и имеет возвышение передней части 2500.

Построенный дом показан на рисунке 69. На его примере мы изучили создание базовых конструктивных элементов, а также основы технологического процесса проектирования в САПР ArchiCAD.



Рисунок 69 – Южный фасад и трехмерный вид дома

## 11 ПОСТРОЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЯ В СРЕДЕ ARCHICAD

### Цель работы

Приобрести навыки построения конструктивных элементов здания в системе САПР ArchiCAD.

### Общие сведения

**Лестницы.** Лестницы являются конструктивными элементами здания, выполняющими функцию соединения перекрытий разных этажей. По своему исполнению лестницы бывают многочисленных типов и видов. Основные типы лестниц состоят из маршей и площадок. В связи с этим различают одномаршевые лестницы, одномаршевые лестницы с междуэтажной площадкой, лестницы с несколькими маршами и промежуточными площадками, винтовые и лестницы других форм.

Лестничный марш состоит из ступеней и поддерживающих их конструкций. Горизонтальную рабочую часть ступеней называют *проступью*, а вертикальный участок, соединяющий проступи – *подступенком*. При большом количестве ступеней используются промежуточные лестничные площадки. Ступени лестниц бывают различных форм: прямые, скошенные и т. п. В целях безопасности на лестницах должны быть предусмотрены ограждения. Верхняя их часть называется *поручнями*.

**Задание.** Выполнить лестницу, используя инструменты программной среды ArchiCAD. Порядок построения лестницы в среде ArchiCAD представлен в папке «Конструктивные элементы зданий» – <http://sdo.vstu.by/course/view.php?id=492>

**Окна.** Типы окон представлены на рисунках 70, 71.

В ArchiCAD окна и двери имитируют внешний вид и расположение реальных окон и дверей. Окна и двери всегда встроены в стены и вырезают в стенах проемы, благодаря чему становится видно, что находится в помещении. Геометрические характеристики окон и дверей определяются конструкцией библиотечного элемента. Для универсальных библиотечных элементов имеется возможность изменять их форму и размеры в широких пределах, а специальные конструкции могут быть размещены в стене либо в том виде, как они определены, либо с незначительными изменениями.

Технология работы с окнами и дверьми совершенно аналогична. Поэтому для простоты вначале изучим работу с окнами, но следует иметь в виду, что практически все приемы настройки, редактирования и расположения дверей аналогичны соответствующим операциям работы с окнами.



Высота окна, м	Ширина окна, см														
	60		90		120				135		150				
60		□ о,с	□ ж,о		□ о,с	□ с	□ о		□ ж		□ о	□ о			
90			□ ж			□ с			□ ж	□ ж				□ о	
120		□ о	□ о	□ ж		□ с	□ о		□ ж	□ ж				□ ж,о	
150	□ ж	□ о	□ ж,о	□ ж	□ о		□ о		□ ж	□ ж	□ о	□ о		□ ж	
180		□ о	□ ж,о	□ ж,о	□ о		□ о	□ о		□ ж	□ о	□ о	□ о	□ ж	□ о
210		□ о	□ о	□ о	□ о		□ о	□ о			□ о		□ о	□ о	□ о

Высота окна, см	Ширина окна, см														
	180				210				240						
60	□ с	□ с										□ п			
90		□ с													
120		□ с	□ п	□ п			□ п	□ о				□ п			□ п
150					□ ж						□ ж				
180		□ п	□ п		□ о	□ п	□ о	□ о	□ о		□ п	□ о,п	□ о	□ п	□ п
210			□ о		□ о		□ о	□ о				□ о	□ о		
240							□ п								□ п

Высота окна, см	Ширина окна, см														
	270			300				480			600				
60				□ п											
90															
120					□ п										
150															
180	□ о	□ о	□ о		□ п										
210	□ о	□ о	□ о												
240						□ п									

Рисунок 71 – Единая для всех видов строительства номенклатура окон с переплётами из дерева, стали, алюминиевых сплавов и других материалов

*Двери.* В ArchiCAD двери имитируют внешний вид и расположение реальных дверей. Они всегда встроены в стены и вырезают в стенах проемы, благодаря чему становится видно, что находится в помещении. Геометрические характеристики дверей определяются конструкцией библиотечного элемента. Для универсальных библиотечных элементов имеется возможность изменять их форму и размеры в широких пределах, а специальные конструкции могут быть размещены в стене либо в том виде, как они определены, либо с незначительными изменениями. Технология работы с окнами и дверьми совершенно аналогична. Виды дверей их размеры представлены на рисунках 72–75.

**Задание.** Выполнить расстановку дверей используя инструменты программной среды ArchiCAD. Порядок построения дверей в среде ArchiCAD представлен в папке «Конструктивные элементы зданий» – <http://sdo.vstu.by/course/view.php?id=492>

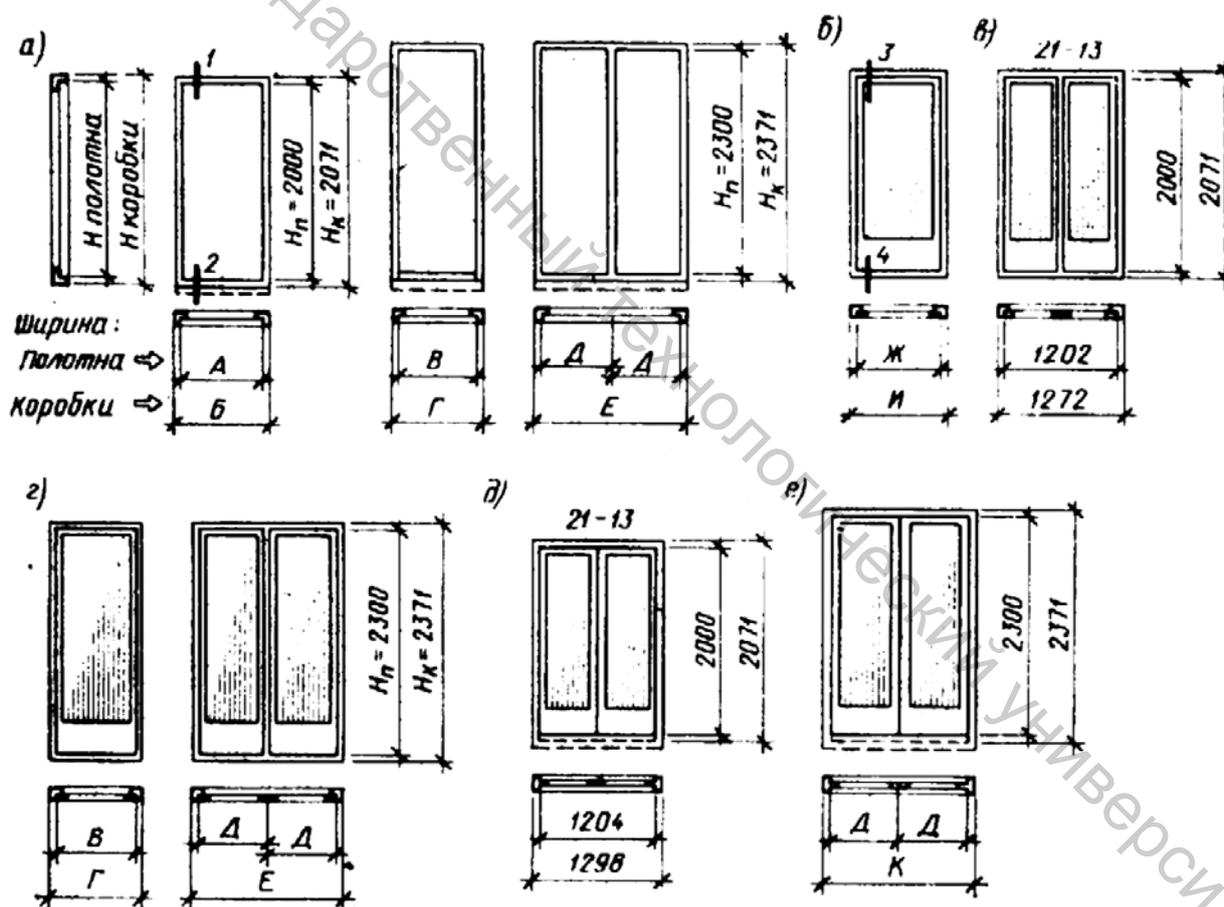


Рисунок 72 – Двери деревянные внутренние щитовые для жилых и общественных зданий: а–е – типы и размеры дверей (а – глухие с притвором в четверть; б–г – остеклённые с притвором в четверть; д, е – остеклённые с качающимися полотнами)

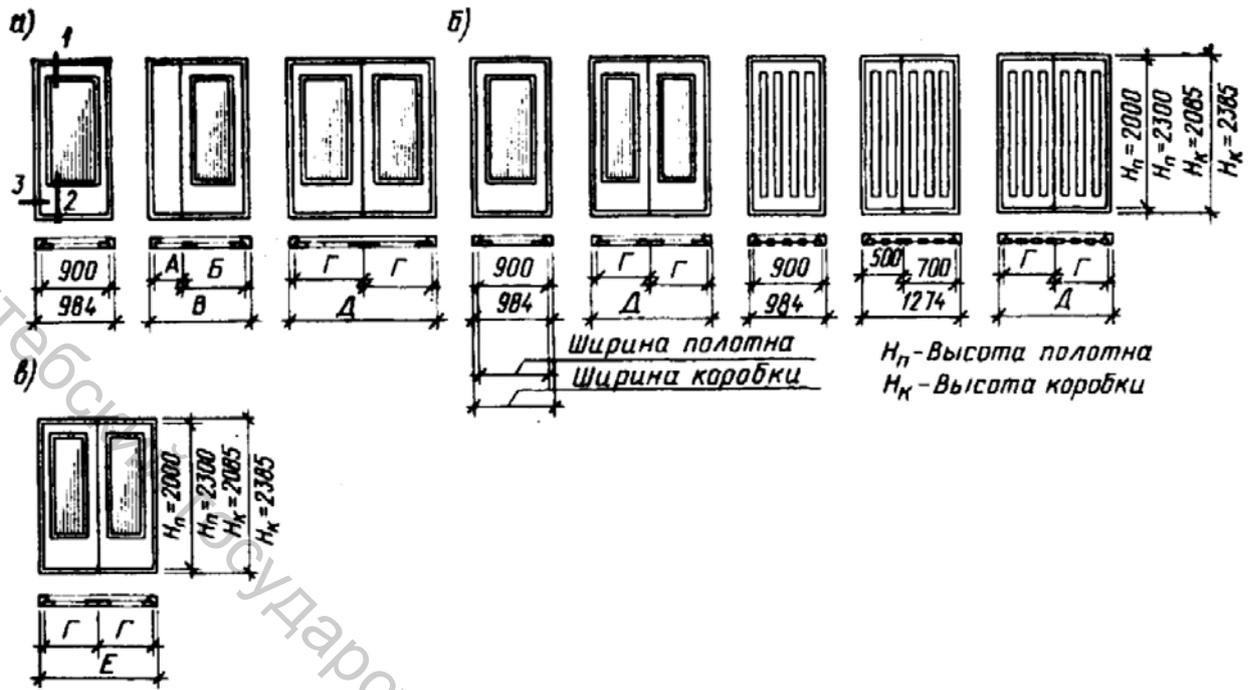


Рисунок 73 – Двери деревянные наружные для жилых и общественных зданий:  
 а–в – типы и размеры дверей (а – щитовые; б – рамочные; в – рамочные с качающимися полотнами)

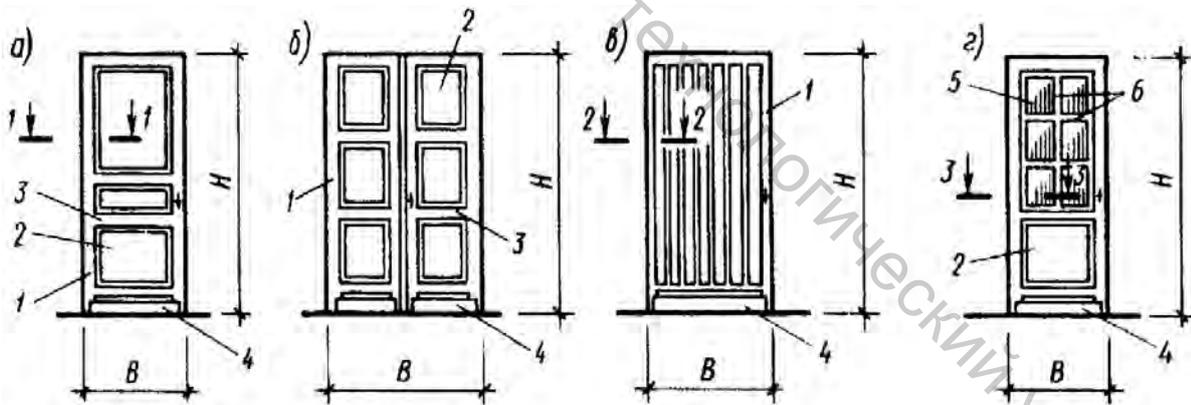


Рисунок 74 – Филенчатые двери: а–в – глухие; г – с остеклением  
 (1 – обвязка дверного полотна; 2 – филенка; 3 – средник; 4 – плинтус;  
 5 – стекло; 6 – горбылёк)

Наименования элементов дверей	Размеры проемов, дм								
	27...1	21...8	21...9	21...10	21...12	24...10	24...12	24...15	24...19
А	600	700	800	900	1100				
Б	670	770	870	970	1170				
Ж		700	800	900					
И		770	870	970					
В						900			
Г						970	1100		
Д							1170		
Е								700	900
К								1472	1872
								1498	1898

Рисунок 75 – Размеры проемов

*Конструктивные элементы здания.* Виртуальное здание в ArchiCAD 12 строится из таких конструктивных элементов, как стены, перегородки, колонны, балки, крыши, перекрытия. 3D-сетки и др. В рабочих окнах плана этажа, а также в окнах разрезов и фасадов они представляются как план, вид или сечение. В 3D-окнах конструктивные элементы представляются в виде объемных конструкций. Конструктивные элементы создаются с помощью специальных инструментов, расположенных на панели инструментов или выбираемых из меню **Конструирование** ► **Элементы конструирования** (Design ► Design Tools).

**Задание.** Выполнить построение конструктивных элементов, используя инструменты программной среды ArchiCAD. Порядок построения конструктивных элементов в среде ArchiCAD представлен в папке «Конструктивные элементы зданий» – <http://sdo.vstu.by/course/view.php?id=492>

*Колонны.*

**Задание.** Выполнить построение колонн, используя инструменты программной среды ArchiCAD. Порядок построения колонн в среде ArchiCAD представлен в папке «Конструктивные элементы зданий» – <http://sdo.vstu.by/course/view.php?id=492>

*Крыши.* Крыши предназначены для создания трехмерных произвольных форм различного назначения. Эти конструктивные элементы могут быть расположены на определенном возвышении и имеют многочисленные параметры и наст ройки.

**Задание.** Выполнить построение крыши, используя инструменты программной среды ArchiCAD. Порядок построения крыш в среде ArchiCAD представлен в папке «Конструктивные элементы зданий» – <http://sdo.vstu.by/course/view.php?id=492>

## 12 ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКТА ДОМА В СРЕДЕ ArchiCAD

### **Цель работы**

*Выполнить проект дома в системе САПР ArchiCAD.*

**Задание.** В соответствии с вариантом (табл. 8) плана 1 этажа выполнить проект 2-этажного дома в среде САПР ArchiCAD. Расстановку перегородок на втором этаже, форму крыши, цветовое решение фасада выполнить самостоятельно.

## ЛИТЕРАТУРА

### *Основная литература*

1. Нартя, В. И. Основы конструирования объектов дизайна : учеб. пособие / В. И. Нартя, Е. Т. Суиндигов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 262 с.
2. Нойферт, П. Проектирование и строительство. Дом, квартира, сад : иллюстрированный справочник для заказчика и проектировщика / П. Нойферт, Л. Нефф. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Архитектура-С, 2016. – 255 с.
3. Проектирование зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения : учеб. пособие по выполнению выпускных квалификационных работ (бакалавр, специалист) / Д. Р. Маилян [и др.] ; под общ. ред. Д. Р. Маиляна, В. Л. Щуцкого. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2017. – 412 с.
4. Чинь, Ф. Д. К. Иллюстрированный справочник европейской архитектуры. Как учиться архитектуре = European building construction illustrated / Ф. Д. К. Чинь, М. Мелвилл ; пер. с англ. О. Перфильева. – Москва : РИПОЛ классик, 2016. – 480 с.

### *Дополнительная литература*

5. Архитектура, строительство, дизайн : учебник для студентов высших архитектурно-строительных учебных заведений / под общ. ред. А. Г. Лазарева. – 2-е изд. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 313 с.
6. Вильчик, Н. П. Архитектура зданий : учебник / Н. П. Вильчик. – Москва : ИНФРА-М, 2012. – 318 с.
7. Змеул, С. Г. Архитектурная типология зданий и сооружений : учебник / С. Г. Змеул, Б. А. Маханько. – Изд. стер. – Москва : Архитектура-С, 2007. – 240 с.
8. Левковец, Л. Б. ArchiCAD 12. Базовый курс на примерах / Л. Б. Левковец ; под общ. ред. Ю. А. Сокурченко. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2009. – 610 с.
9. Прохорский, Г. В. ArchiCAD 12. Проектирование загородного дома / Г. В. Прохорский. – Москва : Вильямс, 2009. – 416 с.
10. Титов, С. ArchiCAD 12 : справочник с примерами / С. Титов. – Москва : Кудиц-Пресс, 2009. – 630 с.

### *Нормативные документы*

11. СНБ 3.02.04-03. Жилые здания. – Взамен СНиП 2.08.01-89 ; введ. 2004–01–01. – Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2003. – 24 с.
12. СТБ 1154-99. Жилище. Основные положения; введ. 1999–21–01. – Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2003. – 17 с.

13. ГОСТ 21.501-93. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей. – Взамен ГОСТ 21.107-78, ГОСТ 21.501-80, ГОСТ 21.502-78, ГОСТ 21.503-80 ; введ. 1995–07–01. – Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 1995. – 52 с.

14. СНБ 5.05.01-2000. Деревянные конструкции. – Взамен СНиП II-25-80 ; введ. 2000–10–04. Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2001. – 54 с.

15. СНБ 5.03.01-02. Бетонные и железобетонные конструкции; введ. 2003–07–01. – Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2003. – 139 с.

16. СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции. – Взамен СНиП II-В.3-72, СНиП II-И.9-62; СН 376-67; введ. 1990–01–01. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 96 с.

17. СТБ 939-93. Окна и балконные двери для зданий и сооружений. Общие технические условия: с изм. 1. – Взамен ГОСТ 11214-86, ГОСТ 12506-81, ГОСТ 16289-86, ГОСТ 21519-84, ГОСТ 23166-78, ГОСТ 23344-78, ГОСТ 24699-81, ГОСТ 24700-81, ГОСТ 25062-81, ГОСТ 25097-82, ГОСТ 26601-85, ГОСТ 27936-88, РСТ БССР 865-87 ; введ. 1997–07–01. – Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 1996. – 35 с.

18. СТБ 1076-97. Конструкции бетонные и железобетонные фундаментов. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 13579-78, ГОСТ 13580-85, ГОСТ 24022-80, ГОСТ 24476-80, ГОСТ 28737-90 ; введ. 1997–09–02. – Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 1997. – 11 с.

Учебное издание

# ТИПЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Практикум

Составители:

Гречаников Александр Викторович  
Тимонов Иван Афанасьевич  
Игнатъев Сергей Александрович

Редактор *Т.А. Осипова*

Корректор *А.В. Пухальская*

Компьютерная верстка *Ю.А. Марущак*

---

Подписано к печати 14.11.2022. Формат 60x90<sup>1/16</sup>. Усл. печ. листов 7,4.  
Уч.-изд. листов 9,5. Тираж 30 экз. Заказ № 304.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет»

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017.