



А. В. ВАСИЛЬЕВ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭЛЕКТРОННОГО
ПРИЛОЖЕНИЯ
«ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»
В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**



Москва
Издательский центр «Академия»
2013

Рецензент —

кандидат педагогических наук, начальник Управления учебно-методического обеспечения и издательской деятельности Учебно-методического центра по профессиональному образованию Департамента образования г. Москвы *С. Ю. Зажицкая*

Васильев А. В.

Методические рекомендации по использованию электронного приложения «Инженерная графика» в учебном процессе. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 26 с.

В методических рекомендациях описана организация учебных занятий с использованием электронного приложения. Приведены примеры учебных элементов (теоретических, практических и контрольных). Отражены планируемые образовательные результаты; решаемые учебные задачи; основные понятия, изучаемые на занятии.

Для преподавателей учреждений начального и среднего профессионального образования.

© Васильев А. В., 2013
© «Академия-Медиа», 2013
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2013
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАНЯТИЙ. ФОРМЫ И МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ.....	5

Основной задачей изучения курса «Инженерная графика» при подготовке специалистов, будущая профессиональная деятельность которых связана с техническим обслуживанием и эксплуатацией машин, является формирование у студентов умения воспринимать информацию, содержащуюся в чертеже (уметь читать чертеж), а также самостоятельно излагать информацию, связанную с формами и размерами предметов на чертеже (уметь выполнять чертеж).

Решить эту довольно сложную задачу предполагается путем изучения теоретических основ образования чертежа, овладения основами проекционного и машиностроительного черчения.

Важную роль в этом призвано сыграть электронное приложение (ЭП) нового поколения, входящее в **учебно-методический комплект (УМК)** по инженерной графике для обучающихся в учреждениях *среднего профессионального образования (СПО)*.

Помимо ЭП УМК включает в себя следующие издания:

- Пуйческу Ф. И. и др. Инженерная графика: учебник.
- Миронов Б. Г., Панфилова Е. С. Сборник упражнений для чтения чертежей по инженерной графике.
- Чекмарев А. А., Осипов В. К. Справочник по черчению.
- Аверин В. Н. Компьютерная инженерная графика.
- Бродский А. М., Фазлулин Э. М., Халдинов В. А. Практикум по инженерной графике.

ЭП обладает большими возможностями для *проведения занятий в традиционной форме и при организации самостоятельной работы обучающихся*.

ЭП «Инженерная графика» призвано повысить качество образовательного процесса и заинтересованность обучающихся, а значит, улучшить их успеваемость и поднять уровень профессионализма преподавателя. Стоит отметить, что представленное ЭП в первую очередь направлено на реализацию *репродуктивного метода обучения*. Это, с одной стороны, вызывает необходимость активно использовать объяснительно-иллюстративный материал (например, с помощью интерактивной доски), а с другой — дополнять интерактивный материал ЭП значительным количеством практических работ и контрольно-измерительных модулей.

ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАНЯТИЙ. ФОРМЫ И МЕТОДЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

Основой успешного внедрения ЭП должно являться конструирование моделей деятельности обучающихся и схем взаимодействия преподавателя и обучающегося. Рассмотрим возможные подходы к такому конструированию на примерах разделов данного ЭП.

Окна ЭП имеют интуитивно понятный интерфейс: радиокнопки тестовых заданий, плашки с ответами и т. д. В некоторых случаях преподавателю требуются пояснения, которые приводятся при рассмотрении соответствующих разделов.

РАЗДЕЛ 1. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ. ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА

Геометрические построения — это деление отрезков прямых на равные части (деление отрезка прямой на две и четыре равные части, деление отрезка прямой на любое число равных частей); построение и деление углов (деление углов на две и четыре равные части, деление прямого угла на три равные части, деление угла, равного данному); способы построения многоугольников; деление окружности на равные части; определение центра дуги; определение центра окружности. Также геометрическими построениями является сопряжение — это плавный переход прямой линии в дугу окружности или одной дуги в другую. Общая для этих линий точка называется *точкой сопряжения*.

В основе алгоритма решения задач на построение сопряжений лежат три правила:

- прямая, касательная к окружности, составляет прямой угол с радиусом, проведенным в точку касания;
- геометрическим местом центров окружностей, касательных к данной прямой, является прямая, параллельная заданной прямой и отстоящая от нее на величину радиуса окружности;
- точка касания двух окружностей (точка сопряжения) находится на линии, соединяющей их центры.

Студентам нужно уметь строить: прямую, касательную к окружности; сопряжение пересекающихся прямых дугой окружности данного радиуса; сопряжение трех пересекающихся прямых; сопряжение дуги окружности и прямой линии дугой заданного радиуса

(внешнее касание и внутреннее касание); сопряжение двух окружностей дугой заданного радиуса (внешнее касание, внутреннее касание и смешанное касание (внешнее и внутреннее)).

В этом разделе ЭП представлены три практических модуля, содержащих сведения о построении простых фигур, алгоритмах построения сопряжений и видах сопряжений окружностей и кривых.

Данные модули позволяют дополнить самостоятельную работу обучающихся при выполнении практических заданий на геометрические построения: построение касательной к окружности через заданную внешнюю точку; построение касательной к двум окружностям (внешнее касание и внутреннее касание); сопряжение окружности и прямой при условии, что дуга сопряжения проходит через заданную точку на окружности (внешнее касание и внутреннее касание); построение окружности, проходящей через данную точку A и касающейся данной окружности с центром O в заданной точке B (внешнее касание и внутреннее касание); сопряжение окружности данного радиуса и прямой при условии, что дуга сопряжения должна проходить через точку A на прямой t (внешнее касание и внутреннее касание); сопряжение двух неконцентрических дуг окружностей третьей дугой заданного радиуса; сопряжение двух параллельных прямых двумя дугами при заданных точках сопряжения.

К этому разделу относится и построение циркульных и лекальных кривых, таких как: построение эллипса по двум его осям; построение овала (построение овала по двум его осям; построение овала делением большой оси на четыре равные части; построение овала делением большой оси на три равные части); построение спирали Архимеда; построение эвольвенты (развертки) окружности по заданному диаметру; построение циклоиды; построение параболы; построение гиперболы; построение синусоиды по заданному диаметру начальной окружности.

Контрольная работа раздела посвящена вопросам графического оформления чертежей. Перед ее выполнением обучающимся необходимо изучить следующие основные понятия.

Формат определяется размерами внешней рамки, выполняемой сплошной тонкой линией. Существуют основные форматы А0 (841×1189 мм), А1 (594×841 мм), А2 (420×594 мм), А3 (297×420 мм), А4 (210×297 мм) и дополнительные форматы, образующиеся кратным увеличением коротких сторон основных форматов. ГОСТ 2.301—68 «Форматы» устанавливает пять основных форматов (А0, А1, А2, А3, А4) и рекомендует к применению ограниченное число дополнительных форматов, образуемых кратным увеличением сторон основных форматов.

Рамка ограничивает поле чертежа: ширина поля для подшивки 20 мм (слева), для остальных полей 5 мм.

Основная надпись располагается в правом нижнем углу чертежа и выполняется основными сплошными тонкими линиями, только на формате А4 основную надпись размещают вдоль короткой стороны формата, так как этот формат используют только с вертикальным расположением длинной стороны.

Масштабы — отношение линейных размеров изображения объекта на чертеже к действительным размерам объекта (масштаб уменьшения 1:2; 1:4 — масштаб увеличения 2:1; 4:1 — масштаб натуральной величины 1:1).

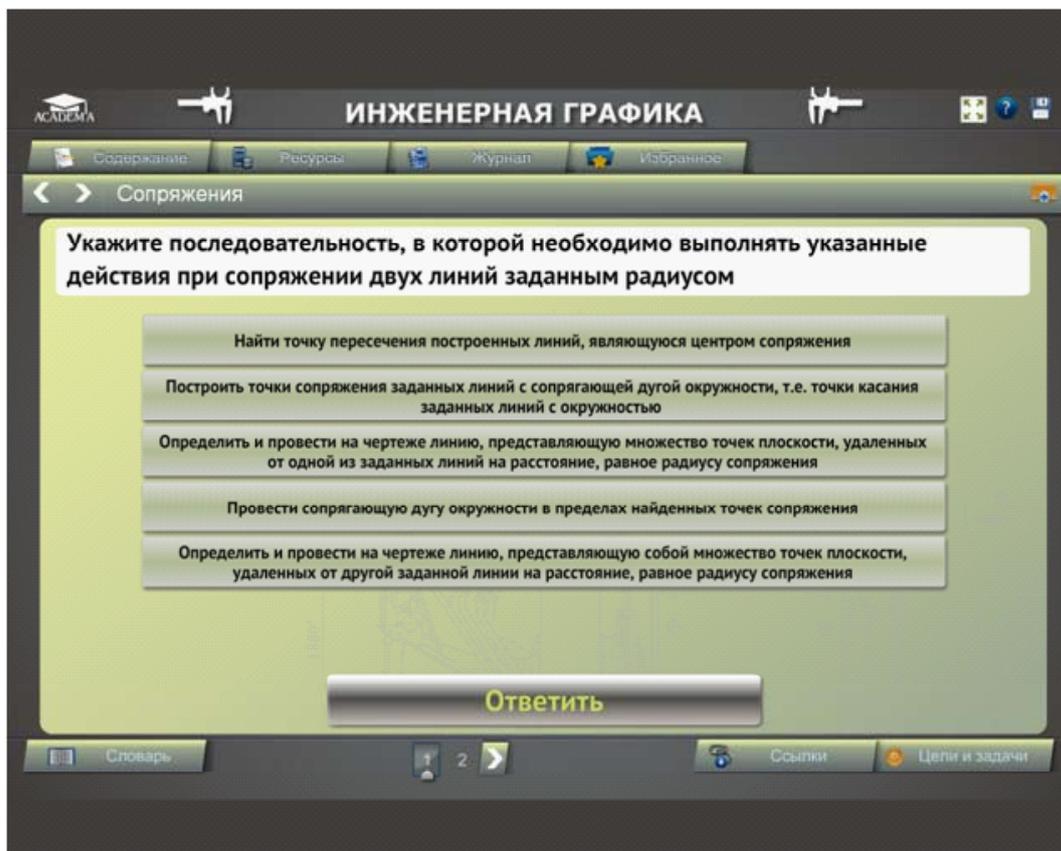
Для изображения изделий на чертежах применяют **линии** различных типов в зависимости от их назначения (сплошная толстая основная — линия видимого контура, сплошная тонкая — выносная и размерная линии, сплошная волнистая — линия обрыва, штриховая — линия невидимого контура, штрихпунктирная тонкая — осевая и центровая линии и т. д.).

Чертежные шрифты применяют для нанесения всех надписей на чертежах и других технических документах. Размер шрифта определяется высотой прописных букв в миллиметрах. Тип шрифта зависит от его параметров, расстояний между буквами, минимального шага строк, минимального расстояния между словами и толщины линий шрифта. Шрифты бывают с наклоном под углом 75° и без наклона.

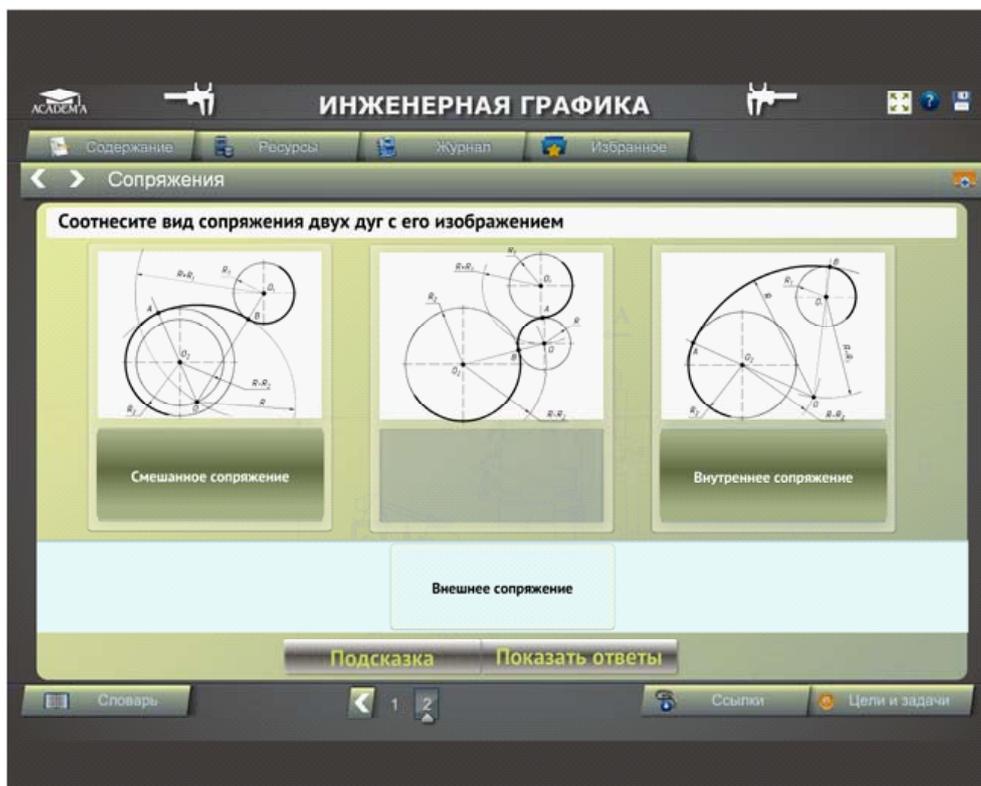
Размеры на чертежах указываются размерными числами и размерными линиями. Размерные числа должны указывать натуральные размеры предмета. Размеры бывают линейные (длина, ширина, высота и т. д.) и угловые (размеры углов). Все размеры на чертежах указываются над размерной линией в миллиметрах без обозначения размерности.

Два задания раздела посвящены построению эллипса и кривой Архимеда и требуют предварительного объяснения хода построения этих фигур (например, с помощью интерактивной доски).

Пояснения к интерфейсу



При выполнении задания плашки с текстом пошагового алгоритма устанавливаются мышью в нужной последовательности.



Плашки с правильным ответом переносятся под соответствующий рисунок.

РАЗДЕЛ 2. ТЕОРИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ. ОСНОВЫ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Одним из приемов отображения геометрического объекта на плоскость является способ прямоугольного проецирования. Для получения отображения (проекции) точки на плоскость необходимо провести из нее проецирующий луч перпендикулярно к плоскости проекций. Современные правила и приемы построения плоских изображений пространственных форм были систематизированы французским ученым Гаспаром Монжем (1746—1818). В его трудах предлагалось использовать систему двух взаимно-перпендикулярных плоскостей проекций.

Одна из них (H) расположена горизонтально и называется **горизонтальной плоскостью проекций**, а вторая (V) расположена вертикально и называется **фронтальной плоскостью проекций**. Линия пересечения плоскостей H и V называется **осью проекций** X . Для получения проекций точки в системе H, V следует осуществить прямоугольное проецирование на каждую из плоскостей проекций.

Фронтальная и горизонтальная проекции точки располагаются на одной прямой, перпендикулярной к оси X . Прямая $A'A$ называется **линией связи**. Помимо горизонтальной и фронтальной плоскостей проекций используется и третья плоскость проекций, которая перпендикулярна к плоскостям H и V — профильная плоскость проекций W .

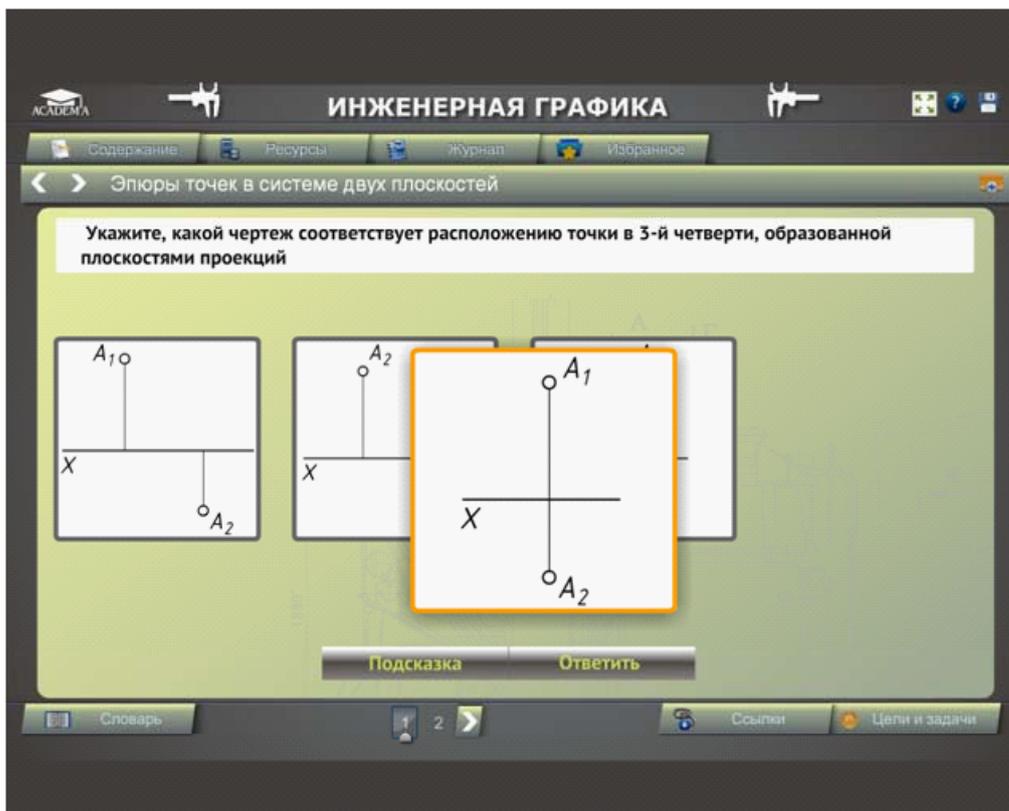
Прямые, не параллельные ни одной из плоскостей проекций, называются **прямыми общего положения**. Прямые, параллельные одной или двум плоскостям проекций, называются **прямыми частного положения**.

Этот раздел ЭП состоит из восьми практических заданий и контрольной работы.

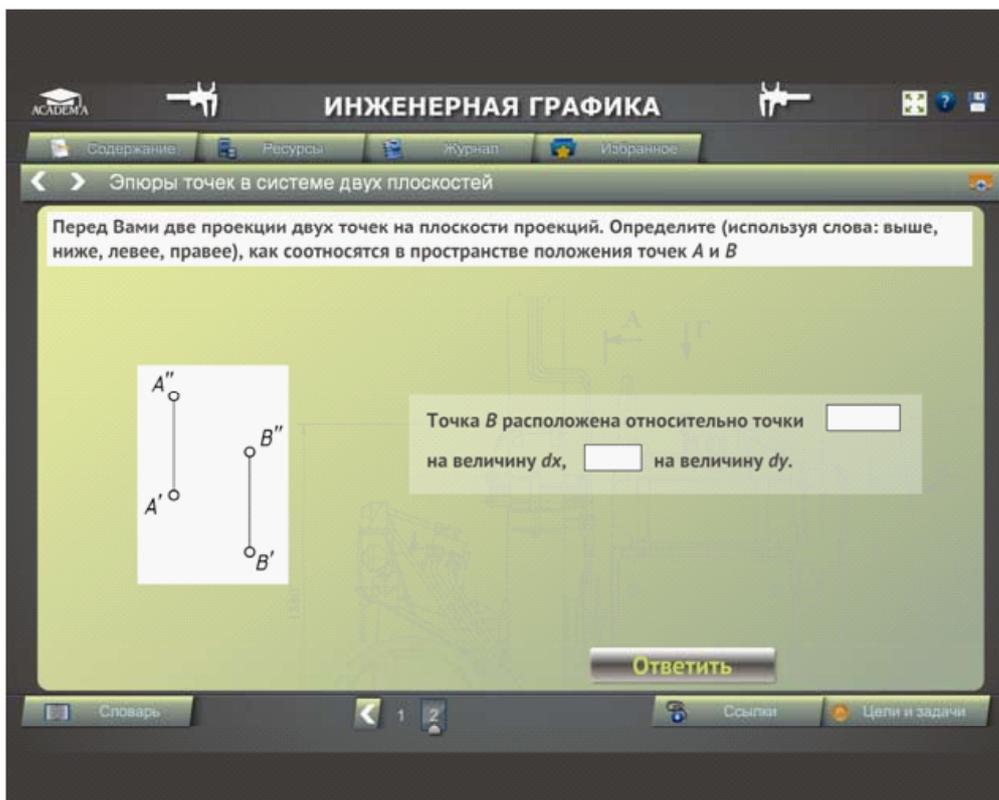
Практические задания могут быть использованы преподавателем для самостоятельной работы обучающихся. В этих заданиях рассматриваются: эпюры точек и отрезков в системе двух проекций; определение взаимного расположения двух точек по их проекциям; эпюры плоскостей, заданных двумя пересекающимися прямыми или следами плоскостей; установление соответствия обозначений аксонометрического изображения и ортогонального чертежа.

Контрольная работа 2 посвящена проблемам центрального и ортогонального проецирования. Она содержит 11 заданий и, как остальные контрольные работы, может быть использована для контроля уровня знаний или самостоятельной работы обучающихся.

Пояснения к интерфейсу



Правильный вариант ответа выбирается щелчком мыши, после чего нажимается кнопка «Ответить».



Текст вводится с клавиатуры в соответствующее окно.

РАЗДЕЛ 3. ИЗОБРАЖЕНИЯ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ

Чертеж представляет собой графическое изображение видимых и невидимых поверхностей предмета, которое получают прямоугольным (ортогональным) проецированием его на шесть граней куба при условии, что предмет расположен между наблюдателем и соответствующей гранью куба.

Видом называют изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Различают основные, местные и дополнительные виды.

Основные виды получают проецированием предмета на основные плоскости проекций (вид спереди (главный вид), вид сверху, вид слева, вид справа, вид снизу, вид сзади). Эти виды могут располагаться как *в проекционной связи* относительно друг друга, так и *вне проекционной связи* в любом месте чертежа (тогда они имеют соответствующие подписи).

Дополнительные виды применяют, если изображение предмета или какой-либо его части не может быть показано на основных видах без искажения формы и размеров. Такие виды получают проецированием предмета или его части на дополнительную плоскость, не параллельную ни одной из плоскостей проекций, но параллельную тому элементу, который на основную плоскость проецируется с искажением. Дополнительные виды могут находиться в проекционной связи с исходным видом и вне проекционной связи в любом месте чертежа (тогда они имеют соответствующие подписи).

Местным видом называется изображение отдельного ограниченного участка поверхности предмета, которое образуется его проецированием на одну из основных плоскостей проекций. Местный вид выполняется как в проекционной связи, так и вне проекционной связи (тогда необходимо стрелкой указывать направление взгляда и наносить над изображением соответствующую надпись). Местный вид может быть ограничен линией обрыва, осью симметрии или не ограничен.

Сечением называют изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями, при выполнении которого показывается только то, что расположено непосредственно в секущей плоскости. Причем секущие плоскости необходимо выбирать так, чтобы получались нормальные поперечные сечения. Рассечение предмета используют в основном для выявления формы элементов детали. Сечения штрихуются в основном под углом 45° , но в некоторых случаях под углом 30° или 60° .

Сечения в зависимости от их расположения на чертеже делятся на вынесенные и наложенные. *Вынесенные* сечения можно располагать на любом свободном месте чертежа, а *наложенные* — непосредственно на виде. Положение секущей плоскости указывается разомкнутой линией, направление взгляда указывается стрелками. Линию сечения помечают одинаковыми буквами русского алфавита и наносят около стрелок со стороны короткой части штриха. Само сечение подписывается по типу А—А.

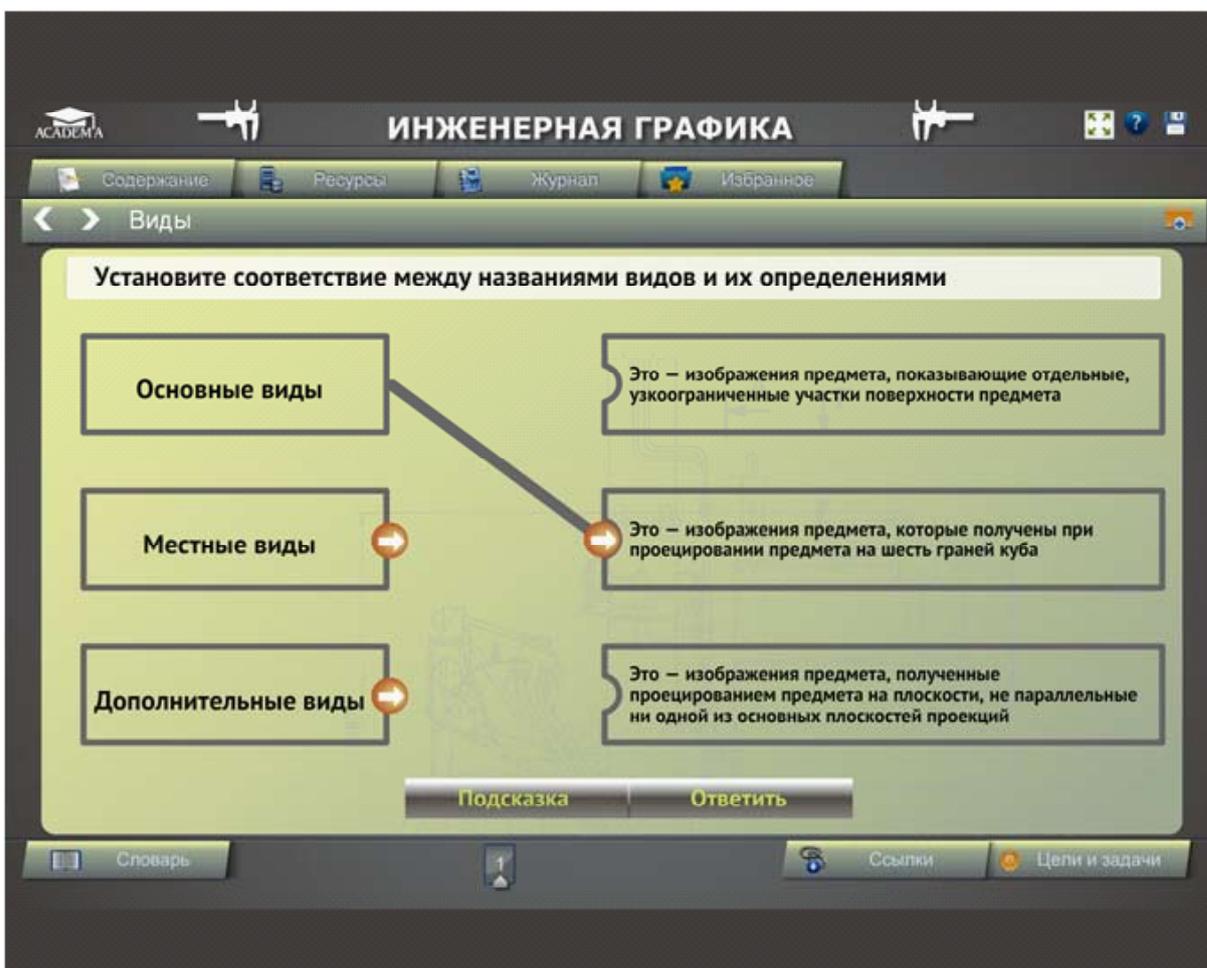
Разрезом называется изображение, полученное при мысленном рассечении предмета одной или несколькими секущими плоскостями, при выполнении которого мы видим то, что находится в секущей плоскости (т. е. сечение), и то, что находится за ней (т. е. видимую часть). Можно сказать, что сечение является составной частью разреза. В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на *простые* — одна секущая плоскость (горизонтальный, вертикальный, фронтальный, профильный, наклонный, продольный, поперечный) и *сложные* — две и более секущих плоскостей (ступенчатый и ломаный). *Местный разрез* используют для выявления внутренних форм ограниченной части предмета. Обозначаются разрезы точно так же, как и сечения.

Этот раздел ЭП включает в себя четыре практических задания и контрольную работу.

Интерактивные практические задания требуют от обучающихся знаний и умений по поиску соответствия названий видов и их определений, классификации разрезов и мысленному построению сечений.

Контрольная работа 3, в частности, содержит классическое задание: нужно определить назначение различных видов чертежа детали, заданной ее аксонометрическим изображением. Некоторые из 17 заданий этой работы могут представлять значительные трудности для обучающихся, поэтому целесообразно перед ее выполнением объяснить ход решения, используя увеличенные изображения элементов чертежа, например, на интерактивной доске или экране.

Пояснение к интерфейсу



Соответствующие друг другу блоки текста соединяются линиями, когда указатель со стрелкой перетаскивают при помощи мыши.

РАЗДЕЛ 4. ВИДЫ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ

ГОСТ 2.102—68 устанавливает виды и комплектность конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности. К **конструкторским документам** относят графические и текстовые документы, которые определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. В зависимости от содержания документам присвоены следующие наименования: чертеж детали, сборочный чертеж, чертеж общего вида, габаритный чертеж, схема, монтажный чертеж, ремонтные документы, спецификация.

По ГОСТ 2.103—68 конструкторские документы в зависимости от стадии разработки подразделяются на проектные и рабочие. К **проектным** относят: техническое задание на проектирова-

ние, техническое предложение, эскизный проект, технический проект. *Рабочими* документами являются: сборочные чертежи изделий, спецификации, габаритные чертежи, монтажные чертежи, схемы.

Конструкторские документы имеют следующие наименования: оригиналы, подлинники, дубликаты, копии.

Основная надпись на машиностроительных чертежах производится более подробно, чем на технических. В ней проставляются: наименование изделия, обозначение документа (чертеж, схема), обозначение материала, литера, масса изделия, масштаб изображения, порядковый номер листа документа, общее количество листов документа, название предприятия, фамилии лиц, подписавших чертеж, дата подписания чертежа и т.д. Чертится основная надпись в правом нижнем углу.

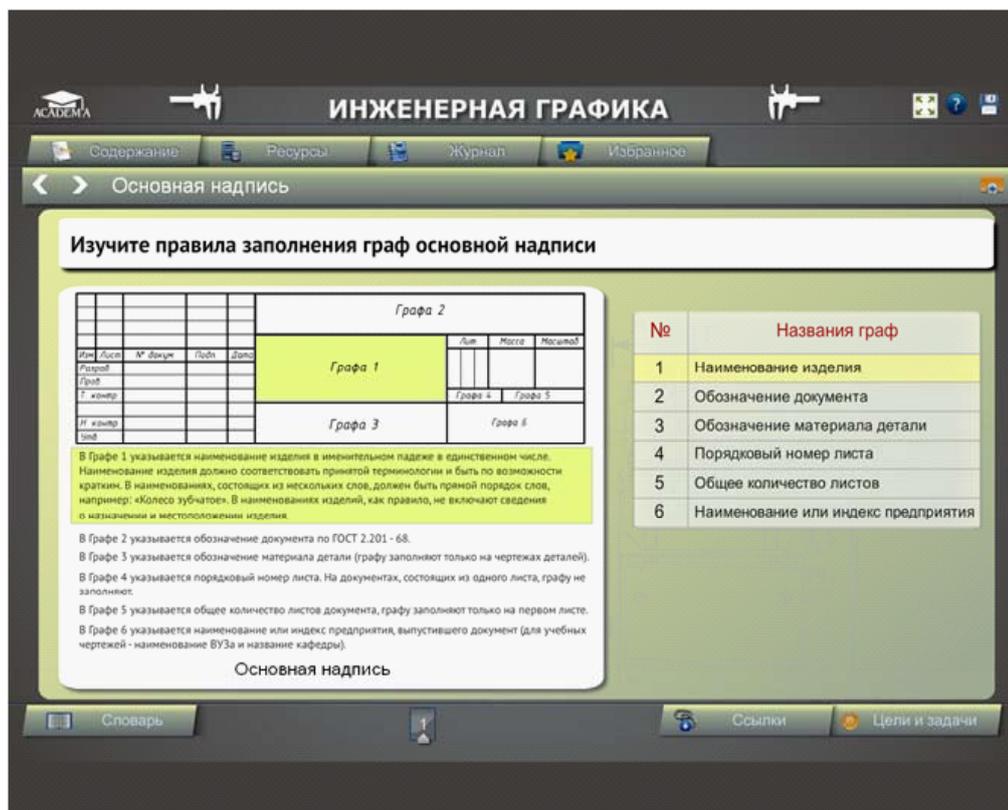
Согласно ГОСТ 2.102—68 основным конструкторским документом для сборочной единицы является *спецификация*, которая составляется при разработке сборочного чертежа. Спецификация (ГОСТ 2.108—68) — документ, определяющий состав изделия, — необходима для изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска изделия в производство. Спецификацию заполняют перед выполнением сборочного чертежа. Составляется спецификация в установленной табличной форме на отдельных листах формата А4.

Разделы спецификации располагаются в следующем порядке: документация (включает в себя основной комплект конструкторских документов), комплексы, сборочные единицы и детали (запись изделий производится в алфавитном порядке по начальным буквам индексов организаций-разработчиков), стандартные изделия (заполняется по различным категориям стандартов: государственные, республиканские, отраслевые, стандарты предприятий), прочие изделия (вносятся изделия, применяемые не по основным конструкторским документам, а по техническим условиям, каталогам, прейскурантам), материалы (указываются все материалы, входящие в изделие в виде прутков, проволоки и т.д.), комплекты (заполняется в определенном порядке: ведомость эксплуатационных документов, комплект монтажных частей и т.д.).

Данный раздел ЭП включает в себя два информационных модуля по изучению правил заполнения основной надписи и спецификации, четыре практических задания по спецификации и одну контрольную работу.

В контрольную работу 4 входит десять заданий по видам конструкторских документов. Перед ее проведением рекомендуется объяснить ход решения, используя иллюстративный материал.

Пояснение к интерфейсу



При выделении любого элемента окна другие соответствующие ему элементы выделяются цветом.

РАЗДЕЛ 5. ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБ

В машиностроении широко применяют детали, имеющие резьбу. В основе образования резьбы лежит принцип получения винтовой линии.

Винтовая линия — это пространственная кривая линия, которую можно представить как траекторию точки, одновременно участвующую в двух движениях: равномерно-поступательном и равномерно-вращательном.

Участок винтовой линии между точками, соответствующий одному полному обороту, называется *витком*. *Шагом* называют расстояние между двумя соседними точками винтовой линии, *ходом* — отрезок, на который поднимается точка за один полный оборот. Винтовые линии бывают правого (линия, образуемая точкой, вращающейся по часовой стрелке и удаляющейся вдоль оси от наблюдателя) и левого (линия, образуемая точкой, вращающейся против часовой стрелки) направления.

Резьба — это поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

Классификация резьбы: крепежная, ходовая и грузовая, специальная, цилиндрическая, коническая, наружная, внутренняя, однозаходная, многозаходная, правая, левая. Резьба может быть стандартной и нестандартной. Стандартная резьба определяется ГОСТ 11708—82. Резьбу характеризуют: три диаметра — наружный d (D), внутренний d_1 (D_1) и средний d_2 (D_2), профиль резьбы, угол профиля резьбы α , высота исходного треугольника резьбы H , рабочая высота профиля H_1 , высота профиля H_3 , шаг резьбы P , ход резьбы P_n , сбеги резьбы, недоход резьбы, фаска.

Метрическая резьба является основной крепежной резьбой. Например, надпись M12×1,5 — 6g означает, что резьба метрическая, наружный диаметр резьбы 12 мм, резьба с мелким шагом 1,5 мм и полем допуска 6g (6 — класс точности, g — основное отклонение резьбы болтов). Надпись M12 — 6H — та же резьба, но с крупным шагом и выполненная в отверстии (6 — класс точности, H — основное отклонение резьбы гайки).

Дюймовая резьба используется в основном при ремонте оборудования, поступающего из-за границы.

Трубная цилиндрическая резьба применяется при соединении водопроводных и газовых труб (ГОСТ 6357—81). Например, надпись G ½ — A означает, что резьба трубная цилиндрическая наружная, внутренний диаметр трубы (проходного отверстия) равен ½", класс точности A.

Трубная коническая резьба используется при соединении труб в трубопроводах высокого давления (ГОСТ 6211—81).

Коническая дюймовая резьба применяется в топливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводах машин и станков.

Метрическая коническая резьба (ГОСТ 9150—81) используется при соединении трубопроводов. Например, МК 30×2 — метрическая коническая резьба диаметром 30 мм и шагом 2 мм.

Тrapeцеидальная резьба предназначена для передачи возвратно-поступательного движения и осевых усилий (однозаходная трапецеидальная резьба определяется ГОСТ 24738—81, многозаходная — ГОСТ 24739—81). Например, Tr 20×4 (P2)—LH—8H/8e читаем: LH — левая резьба, 8H — степень точности и основное отклонение резьбы винта, 8e — степень точности и основное отклонение резьбы гайки; номинальный диаметр 20 мм, ход — 2 мм, в скобках указан размер шага с буквой P.

Упорная резьба по ГОСТ 10177—82 применяется в конструкциях, где винт передает значительные усилия в одном направлении (тиски, прессы, домкрат и т. д.). Пример: S 45° 200×24 (P12) LH: S — условное обозначение упорной резьбы, угол наклона 45°, 200 мм — наружный диаметр, 24 мм — ход, P12 — шаг, LH — направление (левая резьба).

Круглая резьба по ГОСТ 13536—68 применяется в деталях санитарно-технической, пожарной и гидравлической арматуры. Пример: Кр12×2,54: Кр — круглая резьба, 12 мм — номинальный диаметр; 2,54 — шаг и стандарт.

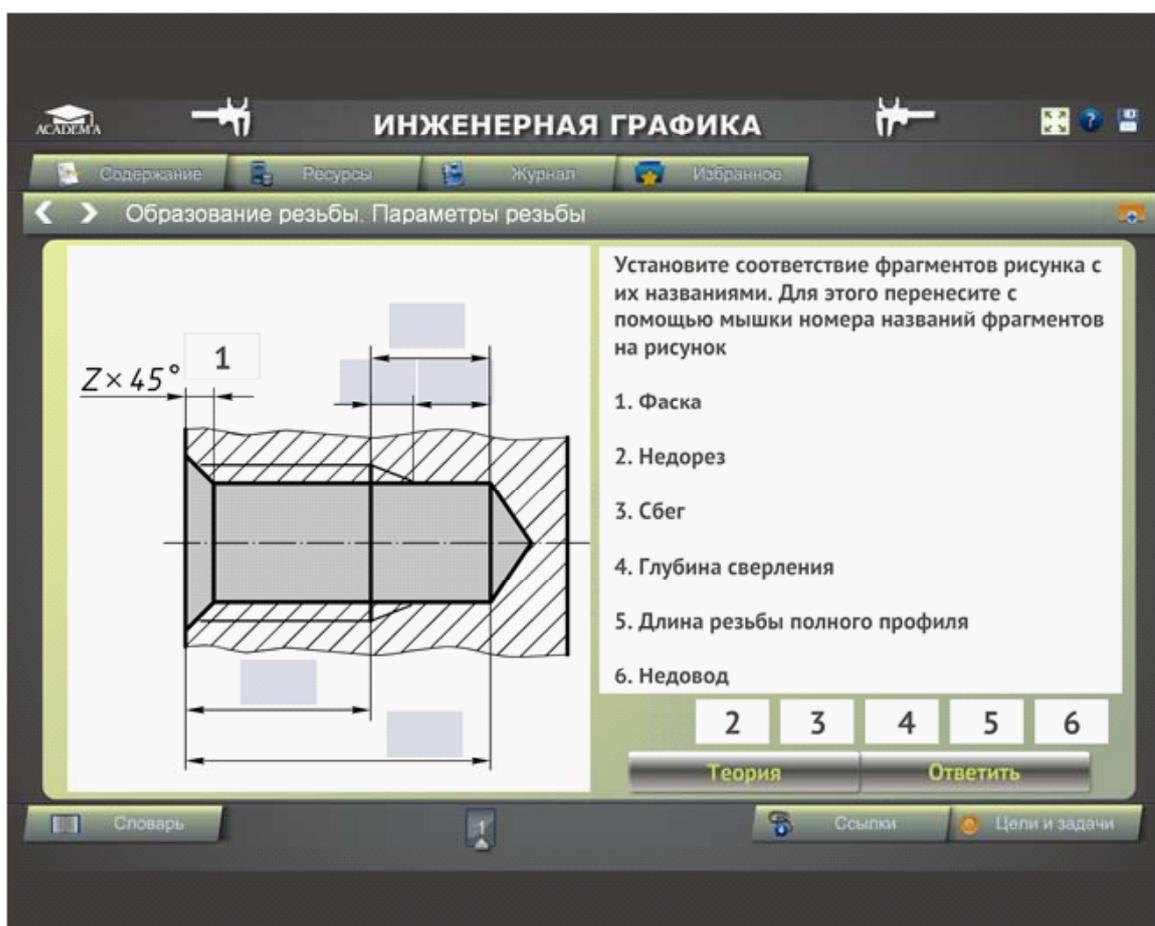
Прямоугольная резьба предназначена для передачи осевых усилий в грузовых винтах и движения в ходовых винтах. Профилем такой резьбы является квадрат или прямоугольник. Эта резьба не стандартизирована.

Специальная резьба — это резьба со стандартным профилем, но с отличающимися от стандартных диаметром или шагом. Например: Сп М36×0,5: Сп — резьба специальная, М — метрическая, 36 мм — стандартный диаметр, 0,5 — шаг.

Пятый раздел ЭП состоит, в частности, из трех практических модулей (параметры резьбы, виды резьб, обозначение резьбы на чертежах) и информационного модуля по изучению составных элементов надписи резьбы.

Контрольная работа 5 содержит десять заданий по видам резьб и их обозначениям на чертежах.

Пояснение к интерфейсу



Порядковый номер участка перемещается мышью в соответствующее поле на чертеже.

РАЗДЕЛ 6. ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ

Соединения делятся на разъемные и неразъемные. Рассмотрим **разъемные соединения**.

Под **резьбовым соединением** понимают разъемное соединение, выполняемое с помощью резьбовых крепежных деталей — винтов, болтов, шпилек, гаек или резьбы, нанесенной непосредственно на соединяемые детали. **Болтовые** соединения состоят из болта, гайки, шайбы и соединяемых деталей, **шпилечные** — из шпильки, гайки, шайбы и соединяемых деталей, **винтовые** — из винта с шайбой и соединяемых деталей.

В **шпоночных соединениях** используются шпонки. **Шпонка** — это деталь, которая устанавливается в пазах двух соединяемых деталей для передачи крутящего момента. Форма и размеры шпонок стандартизированы и зависят от диаметра вала и условий работы соединяемых деталей. По форме шпонки подразделяются на призматические, сегментные и клиновые.

Шлицевые соединения рассматриваются как многошпоночные соединения, в которых шпонки и пазы под них выполнены как единое целое с валом и ступицей и расположены параллельно их осям. Стандартные шлицевые соединения могут иметь прямобоочный профиль, эвольвентный профиль и треугольный профиль.

В **штифтовых соединениях** используются штифты. **Штифт** представляет собой гладкий стержень цилиндрической или конической формы. Штифты применяют для жесткого соединения или точной установки деталей при сборке.

Переходим к видам **неразъемных соединений**.

Сварные соединения лучше других приближают составные детали к цельным и заменяют литье, ковку, штамповку и т. д. В зависимости от процессов, происходящих при сварке, различают сварку плавлением и сварку давлением. Наибольшее распространение получили газовая сварка (нагрев кромок соединяемых частей производится в пламени газов (ацетилен, воздуха и т. д.), сжигаемых в струе кислорода на выходе горелки), дуговая сварка (нагрев кромок свариваемых деталей осуществляется электрической дугой, возникающей между ними и электродом) и контактная сварка (соединение происходит в результате действия внешней сжимающей силы и местного нагрева).

Сварные швы зависят от формы обработки кромок свариваемых деталей, их взаимного расположения и условий, в которых расплавляются прутки и кромки соединяемых деталей. В зависимости от взаимного положения свариваемых деталей получают различные виды сварных соединений: стыковое (С), угловое (У), тавровое (Т), нахлесточное (Н).

Сварные швы подразделяются по положению в пространстве — нижние, вертикальные, горизонтальные, полупотолочные и потолочные); по протяженности (непрерывные (без разрывов) и прерывистые (с разрывами); по внешней форме — выпуклые, плоские и вогнутые; по числу проходов — одно- и многопроходные; по форме подготовки кромок — без скоса кромок, со скосом двух кромок, с двумя симметричными скосами одной кромки, с двумя симметричными скосами двух кромок, со скосом одной кромки, с ломаным скосом одной кромки, с криволинейным скосом одной кромки, с криволинейным скосом двух кромок, с двумя несимметричными скосами одной кромки, с двумя несимметричными скосами двух кромок; по характеру выполнения — односторонние и двусторонние. Видимые сварные швы на чертеже изображают основной линией, невидимые — штриховой. Пример: С18П ГОСТ 5264—80: ручная электродуговая сварка при монтаже, шов стыковой (С18) по незамкнутому контуру (П).

Заклепочные соединения применяют в конструкциях, работающих под действием значительных ударных и вибрационных нагрузок (*заклепка* — это стержень цилиндрической формы с закладной головкой на одном конце). Заклепки бывают с полукруглой, потайной, полупотайной, плоской закладными головками.

По назначению заклепочные швы делятся на прочные, плотные, прочноплотные, по характеру взаимного расположения соединяемых деталей — на нахлесточные и стыковые, по числу рядов заклепок — на однорядные и многорядные, по расположению заклепок — на параллельные и выполненные в шахматном порядке. При выполнении рабочих чертежей заклепочного соединения заклепки изображают в одном-двух местах, а остальные показывают условно-центровыми или осевыми линиями. Пример: заклепка 8×20.38. МЗ. Н6 ГОСТ 10300—80 — это заклепка с потайной головкой диаметром 8 мм, длиной 20 мм, из меди МЗ, с никелевым покрытием (Н) толщиной 6 мкм.

Соединение пайкой — это процесс получения неразъемного соединения материалов посредством нагрева их ниже температуры плавления и заполнения зазора между ними расплавленным припоем. *Припой* — это металл или сплав, вводимый в зазор между деталями и имеющий более низкую температуру плавления, чем соединяемые материалы. По типу паяного шва различают соединения встык, внахлестку, с косым срезом, встык с накладкой и герметичные. Припой в зависимости от температуры плавления делятся на легкоплавкие и тугоплавкие.

Клееные соединения образуются при соединении деталей тонким слоем быстро затвердевающего состава — клея. В машино- и

приборостроении применяют клеи на основе органических полимерных смол, например фенольные, полиуретановые, эпоксидные и полиэфирные.

Зубчатые передачи служат для передачи вращательного движения от одного вала к другому или преобразования вращательного движения в поступательное. Зубчатая передача состоит из двух колес, работающих в зацеплении. Зубчатое колесо передачи, сообщаемое движение другому, называется *ведущим (шестерней)*, а колесо, принимающее движение, — *ведомым*. Зубья ведущих шестерен обозначают буквой Z с нечетными индексами (Z_1, Z_3, Z_5 и т. д.), а ведомых колес — Z с четными индексами (Z_2, Z_4, Z_6 и т. д.).

По расположению центров различают передачи с внешним и с внутренним зацеплением. По расположению валов в пространстве различают передачи: с параллельными осями валов и цилиндрическими колесами, пересекающимися осями валов и коническими колесами, скрещивающимися осями валов и цилиндрическими винтовыми колесами, скрещивающимися осями валов и коническими колесами — гипоидные передачи, скрещивающимися осями валов и червяка с винтом — червячные передачи. По наклону зубьев зубчатые передачи подразделяются на прямозубые, косозубые, шевронные, винтовые. По форме профиля зубьев различают эвольвентные, циклоидные и передачи с зацеплением Новикова, по окружной скорости — тихоходные, среднескоростные, быстроходные. В зависимости от назначения зубчатые колеса изготавливают копированием (используют литье, штамповку и нарезание) и обкаткой (режущий инструмент — долбяк, зуборезная гребенка или червячная фреза).

Шестой раздел ЭП состоит из 16 практических модулей (разъемные и неразъемные соединения, виды зубчатых передач, шлицевые соединения и их обозначения на чертежах и т. д.) и контрольной работы по изучению составных элементов надписи резьбы.

Контрольная работа 6 содержит 13 заданий по всем видам соединений.

РАЗДЕЛ 7. ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

Из всех тем раздела в ЭП представлено только обозначение на чертежах шероховатости поверхности.

Шероховатость поверхности — это совокупность неровностей (выступов и впадин). Степень шероховатости поверхности определяется высотой неровностей, которые рассматриваются в пределах определенного участка поверхности и называются базовой длиной. Чем больше степень шероховатости, тем большей следует принимать базовую длину. По ГОСТ 2789—73 базовую длину l

выбирают из ряда: 0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8; 25 мм. Указанный ГОСТ устанавливает параметры шероховатости: три высотных (Ra , Rz , R_{max}), два шаговых (S_m , S) и параметр относительной опорной длины профиля (t_p). По этому же ГОСТу определяются числовые значения параметров шероховатости (наибольшее, наименьшее, номинальное или диапазон значений). Шероховатость обозначается для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия.

При обозначении шероховатости значение параметра Ra указывают без символа, например 0,5, а остальных параметров — после соответствующих символов, например: $R_{max} 5,3$; $S_m 0,63$; $S 0,032$; $Rz 32$. Два и более параметра шероховатости поверхности записывают в следующем порядке: параметр высоты неровностей профиля, параметр шага неровностей профиля, относительная опорная длина профиля. Базовую длину в обозначении не указывают.

Допускается применять упрощенное обозначение шероховатости поверхности, где указывают: знак шероховатости, вид обработки, не установленный конструктором, и строчные русские буквы в алфавитном порядке (без повторений и без пропусков). Обозначение шероховатости поверхности на изображении изделия располагают на линии контура, выносных линиях или на полках линий-выносок. Обозначение шероховатости, одинаковой для всех поверхностей изделия, на изображение не наносят, а помещают в правом углу чертежа. Чтобы указать одинаковую шероховатость для части поверхностей изделия, в правом верхнем углу чертежа помещают ее обозначение и знак ($\sqrt{\quad}$).

Этот раздел ЭП включает в себя один практический модуль, посвященный обозначению шероховатости детали на чертеже, и одну контрольную работу.

В контрольную работу 7 входит 16 заданий по правилам нанесения на чертеже размерных линий и способам составления размерных цепей, масштабам чертежей и эскизов, графическим обозначениям материалов деталей.

РАЗДЕЛ 8. ЧЕРТЕЖИ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

Изготовлению любого изделия в металле предшествует процесс проектирования, т. е. разработка различных конструкторских документов, в том числе чертежей. Весь процесс планирования и контроля разбивают на стадии по ГОСТ 2.103—68: техническое предложение (П), эскизный проект (Э), технический проект (Т), рабочая конструкторская документация. По ГОСТ 2.102—68 устанавливается более 25 видов конструкторской документации, которые делятся на графические и текстовые. Графические подразделяются: на чертеж

детали, сборочный чертеж (СБ), чертеж общего вида (ВО), теоретический чертеж (ТЧ), габаритный чертеж (ГЧ), электромонтажный чертеж (МЭ), монтажный чертеж (МЧ), упаковочный чертеж (УЧ), схему.

К текстовым документам относят: спецификации, технические условия, ведомости, пояснительные записки, таблицы, расчеты, инструкции и т. д.

Основные требования к чертежам определяет ГОСТ 2.109—73. На стадиях технического предложения, эскизного проекта и технического проекта разрабатывается чертеж общего вида. На основании этого чертежа выполняется рабочая документация: чертежи отдельных деталей, спецификация, сборочный чертеж и т. д. Чертежи общего вида должны содержать: изображение изделия (виды, разрезы, сечения), текстовые пояснения и надписи, наименования и обозначения составных частей изделия, размеры (габаритные, присоединительные и т. д.), помогающие уяснить форму элементов изделия, схему изделия, технические требования и технические характеристики изделия. Отличие чертежа общего вида от сборочного чертежа состоит в том, что он поясняет конструкцию всего изделия и каждой его составной части и поэтому содержит большее число изображений, включая дополнительные виды, разрезы, сечения и т. д.

Для несложных по конструкции изделий выполняют лишь рабочую документацию, т. е. сборочные чертежи. Размеры, которые наносят на чертеже общего вида и сборочном чертеже изделия, подразделяются на габаритные, установочные и присоединительные, монтажные и эксплуатационные. Номера позиций деталей, материалов или сборочных единиц, входящих в изделие, указывают на полках линий-выносок, проводимых от соответствующих деталей, материалов или сборочных единиц. Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части устройства проецируются как видимые — как правило, на основных видах и разрезах. Позиции для сборочных единиц, входящих в состав устройства, указывают, проводя линии от их основных деталей. Нумерацию деталей устройства начинают с его основной детали. Номер позиции наносят на чертеже один раз.

Для чертежа общего вида перечень составных частей изделия оформляют в виде таблицы. Изделие на чертеже общего вида располагают в рабочем положении, которое может быть любым, а вот главное изображение выбирают так, чтобы выбранное положение было удобно при сборке и давало полное представление о конструкции изделия. Главное изображение обычно выполняют как фронтальный или сложный разрез при симметричной конструкции, со-

единя половину главного вида и половину фронтального разреза. Состав других изображений определяют в зависимости от особенности конструкции изделия и формы его деталей. Основные изображения изделия располагаются в проекционной связи относительно главного. На чертеже общего вида допускается помещать изображение соседних изделий, сопрягаемых с конструируемым. Такие детали, как винты, болты, заклепки и т. д., при продольном разрезе изображают нерассеченными и не штрихуют.

Этот раздел ЭП состоит из пяти практических модулей, посвященных стадиям конструкторской разработки, чтению чертежей общего вида, выполнению рабочих чертежей деталей по чертежу сборочной единицы.

В контрольную работу 8 входит 14 заданий по правилам нанесения на чертеже размерных линий и способам составления размерных цепей, масштабам чертежей и эскизов, графическим обозначениям материалов деталей.

РАЗДЕЛ 9. СХЕМЫ

Схемой называется конструкторский документ (чертеж), на котором в виде условных изображений показаны составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними. ГОСТ 2.701—84 устанавливает виды и типы схем, их обозначение и общие требования к выполнению. Схемы подразделяются на кинематические (К), гидравлические (Г), пневматические (П), электрические (Э) и др. Также существуют и типы схем: структурные, функциональные, принципиальные, схемы соединений (монтажные), схемы подключения, общие схемы, схемы расположения. Схемы выполняются на листах стандартного формата с основной надписью для чертежей и схем. Чертеж схемы выполняют без сохранения масштаба.

Гидравлические и пневматические схемы (ГОСТ 2.704—76) делятся на структурные, принципиальные и соединения.

Рассмотрим правила выполнения принципиальной схемы. На такой схеме все элементы, необходимые для работы изделия, выполняют в виде графических изображений. Элементы и устройства изображаются в исходном положении. Каждый элемент должен иметь порядковый номер (арабские цифры), присваиваемый начиная с единицы в пределах одной группы (Ф1). Если в схеме имеются нестандартные элементы, им присваиваются обозначения, составленные из начальных или характерных букв. Порядковые номера в обозначениях присваивают в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме: сверху вниз, слева направо или по направлению потока рабочей среды. Позиционное обозначение на-

носятся на схеме рядом с графическим. Данные об элементах записывают в таблицу перечня элементов. Линии связи на схеме обозначают порядковыми номерами, проставленными около концов их изображений.

Кинематические схемы (ГОСТ 2.703—68) бывают принципиальными, структурными и функциональными. Рассмотрим принципиальную кинематическую схему. На этой схеме все элементы изображают в соответствии с условными графическими изображениями элементов машин и механизмов. Валы, оси, стержни изображают на этих схемах основными линиями (толщина S), контур изделия — сплошными тонкими линиями ($S/3$). Каждому кинематическому элементу схемы присваивают порядковый номер начиная от источника движения. Валы нумеруют римскими цифрами, все остальные элементы — арабскими. Порядковые номера наносят над полкой линий-выносок. Под полкой указывают основные характеристики и параметры этих элементов.

Электрические схемы (ГОСТ 2.702—75) подразделяются на структурные, функциональные, принципиальные, соединения, подключения, общие, расположения. Рассмотрим правила выполнения принципиальной электрической схемы. На этой схеме изображают все элементы, необходимые для функционирования контроля изделий, все электрические связи, а также электрические элементы (соединители, зажимы, разъемы и т. д.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи. Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном состоянии. Все элементы на схеме должны иметь позиционное обозначение (латинские буквы) и порядковые номера (арабские цифры). Порядковые номера присваиваются в последовательности расположения элементов сверху вниз в направлении слева направо.

Девятый раздел ЭП включает в себя четыре модуля. Первые три модуля посвящены различным видам схем: электрическим, кинематическим и гидравлическим. Каждый из этих видов рассматривается в одном-двух практических модулях, в которых изучаются условные графические изображения на схемах или порядок чтения схем. Целесообразно использовать данный раздел ЭП в самостоятельных работах обучающихся в сочетании со справочниками.

Контрольная работа 9 содержит 10 заданий по всему разделу.

РАЗДЕЛ 10. ЧЕРТЕЖИ СТРОИТЕЛЬНЫЕ

Строительное черчение разделяется на инженерно-строительное и архитектурно-строительное. Обычно проектирование состоит

из двух стадий. Первая стадия — это технический проект, вторая — рабочие чертежи.

Основной документ, на котором показаны размеры и конфигурация территории объекта, размещение и габариты имеющихся или проектируемых зданий, расположение санитарно-защитных зон, благоустройство территории, — **генеральный план**. На генеральных планах применяют масштабы уменьшения. **Конструктивными элементами** называются отдельные самостоятельные части здания: фундамент, перекрытие, лестничный марш, оконный или дверной блок, стена и т. д.

Проекция здания на вертикальную (фронтальную) плоскость называется **фасагом**. Он должен давать представление о внешнем виде сооружения. На фасаде показывают координационные оси, проходящие в характерных местах фасадов, отметки уровня земли, входных площадок, этажей и др.

План этажа изображается как разрез горизонтальной плоскостью, проходящей в пределах дверных и оконных проемов. По плану этажей судят о размерах и расположении помещений, дверей, окон и т. д.

Вычерчивание планов начинают с изображения разбивочных осей, которые определяют расположение стен и колонн в здании. Стены, попавшие в разрез, не заштриховываются. Контурные наружных и капитальных внутренних стен и колонн, лежащих в секущей плоскости, изображают сплошной толстой линией. Для выявления внутреннего вида здания и расположения архитектурных элементов интерьера выполняются простые и сложные вертикальные разрезы. На вертикальных разрезах наносят высоты этажей, дверных и оконных проемов, высотные отметки уровней полов, площадок лестницы.

Архитектурно-строительные чертежи зданий делят на две группы: чертежи нулевого цикла (фундамент, подвал) и чертежи надземной части здания. Размеры на строительных чертежах наносят в миллиметрах в виде замкнутой цепи. Техническая документация строительного объекта содержит чертежи и схемы водопровода, канализации, отопления, вентиляции и электрооборудования, системы газоснабжения.

Данный раздел ЭП состоит из двух тем. Первая тема — «Планы, разрезы, фасады зданий» — включает в себя четыре практических модуля, посвященные видам строительных чертежей.

Контрольная работа 10 содержит материал по всему разделу и может быть использована преподавателем для оценки уровня знаний обучающихся.

Васильев Андрей Владимирович
Методические рекомендации
по использованию электронного приложения
«Инженерная графика» в учебном процессе

Руководитель проекта *О. В. Тумаева*
Редактор *Т. В. Ландышева*
Компьютерная верстка: *Е. Ю. Назарова*
Корректоры *Е. В. Кудряшова, С. А. Передкова*