



УДК 514.48: 371.3

Запорожцева Нина Ивановна, доцент, к.т.н., доцент кафедры теории конструирования инженерных сооружений ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ДЕТАЛИ В УЧЕБНЫХ РАБОТАХ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Ключевые слова: учебный процесс, начертательная геометрия, инженерная графика, структура детали, конструктивные элементы, геометрические объекты, параметрические эскизы, ассоциативные связи.

Аннотация. Данный материал является результатом проведенного анализа возникновения ошибок при разработке учебных 3d-моделей деталей, формировании и чтении чертежей. Изложены выявленные существенные противоречия между графическими дисциплинами. Предлагается обязательное постоянное отслеживание ассоциативных связей между теорией и практикой изучаемых дисциплин.

Учебный процесс по курсу «Начертательная геометрия и инженерная графика» предполагает выполнение чертежей:

- деталей сборочной единицы (вентиля или крана);
- сборочного чертежа (вентиля или крана);
- деталей по чертежу общего вида сборочного узла.

Предполагается, что полученные ранее базовые знания по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика» помогут успешно справиться с заданиями.

Следует отметить, что студенты к этому времени владеют навыками предусмотренными учебной программой:

- разработки электронных трехмерных базовых моделей-деталей,
- использования стандартных конструкторских элементов из электронной библиотеки,
- использования соответствующей нормативной конструкторской документацией, предлагаемой учебными пособиями.

Большинство студентов, благополучно завершив изучение курса, тем не менее, не видят взаимосвязей дисциплин *Начертательной геометрии и Инженерной графики* и, следовательно, не могут эффективно использовать полученные знания при выполнении заданий более высокого уровня сложности [1].

Мы проанализировали выполнение студентами учебной работы «Разработка чертежей деталей сборочного узла вентиля».

Приступая к работе, необходимо проанализировать структуру сборочного узла, т.е., определить все составные части (рис. 1):

- детали для выполнения учебных чертежей,
- стандартные изделия из электронной библиотеки,
- прочие составные части (материалы), не требующие выполнения чертежей.

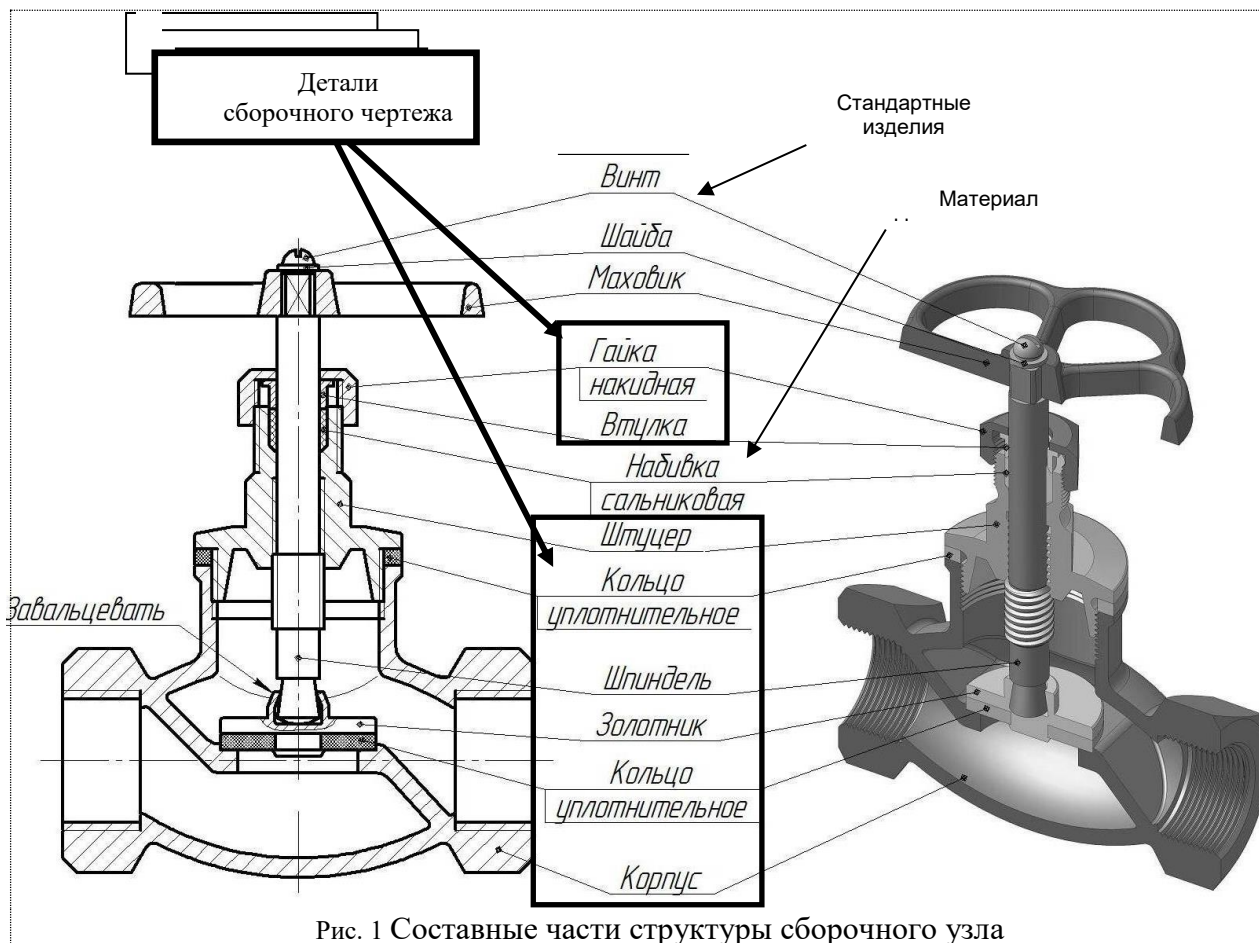


Рис. 1 Составные части структуры сборочного узла

Деталь является одной из составных частей первого уровня структуры [2] анализируемого сборочного узла (рис. 2).



Рис. 2 Первый уровень структуры анализируемого сборочного узла

Выполнение чертежа на следующем этапе требует понимания конструкции детали [3], которая может быть представлена комплектами конструктивных элементов второго уровня (рис. 3):

- наружных поверхностей,
- внутренних полостей.

Стандартные конструктивных элементы (резьбы, фаски, проточки и др.), форма, размеры, изображения которых задаются из библиотек системы проектирования, не являются предметом данного анализа.

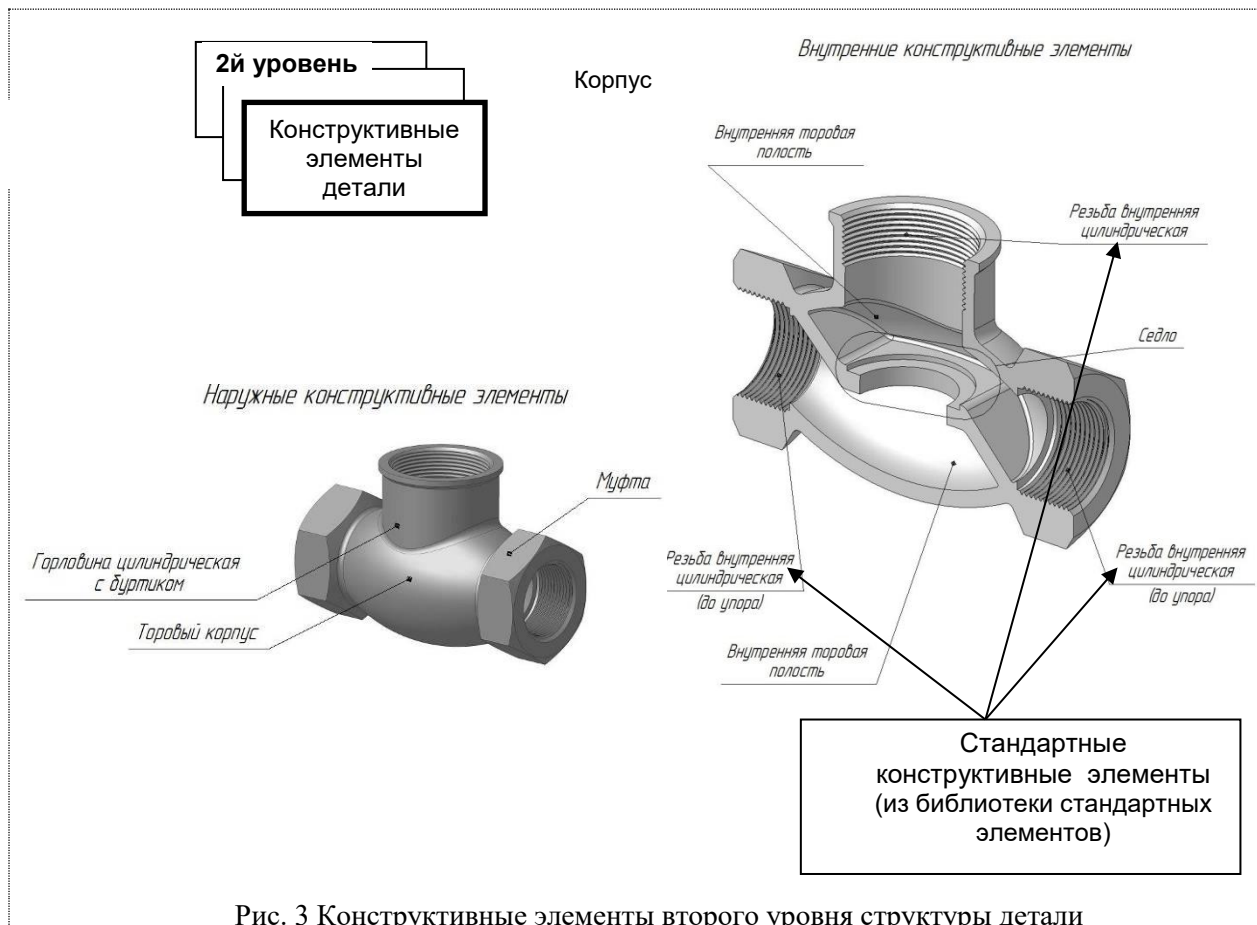


Рис. 3 Конструктивные элементы второго уровня структуры детали

Третий уровень представляет собой элементы, формирующие комплект конструктивного элемента второго уровня, и представляют собой, как правило, 3d-геометрические примитивы:

конус, цилиндр, сфера, призма и т. п.

Пример: конструктивный элемент пята третьего уровня в конструкции шпинделя (рис. 4) представляет собой комплект соосных геометрических примитивов:

- цилиндры,
- сфера.



Рис. 4 Конструктивные элементы третьего уровня

На рисунке 5 представлена обобщенная модель структуры детали в составе сборочного узла (три уровня иерархии).

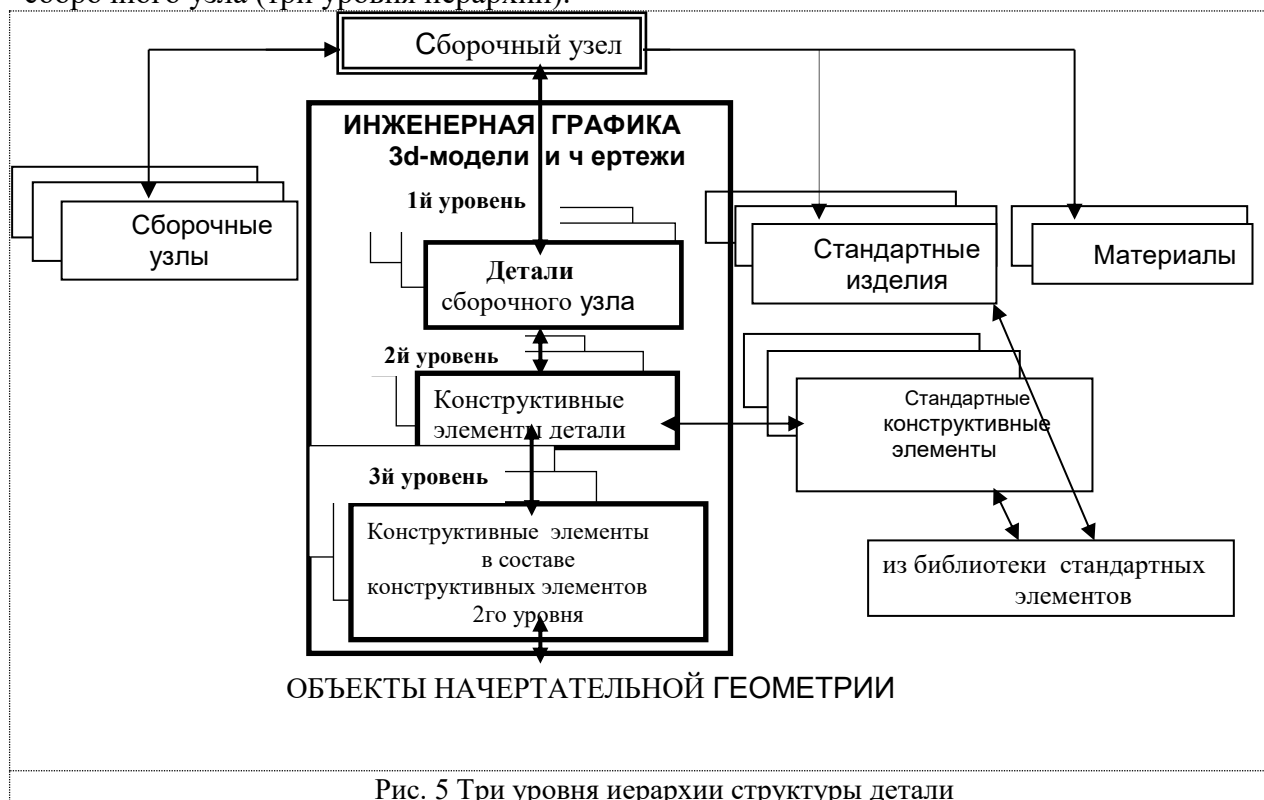
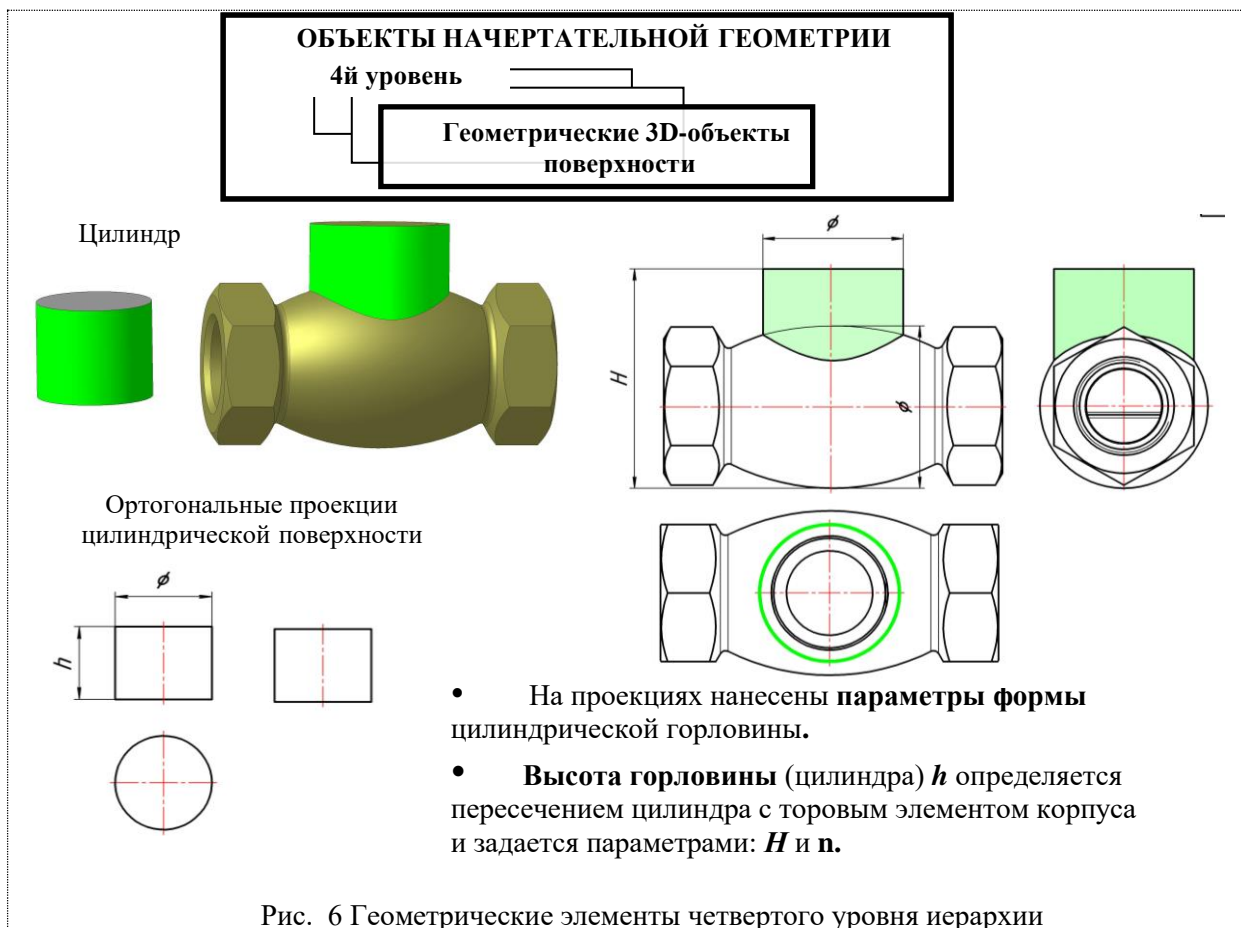


Рис. 5 Три уровня иерархии структуры детали

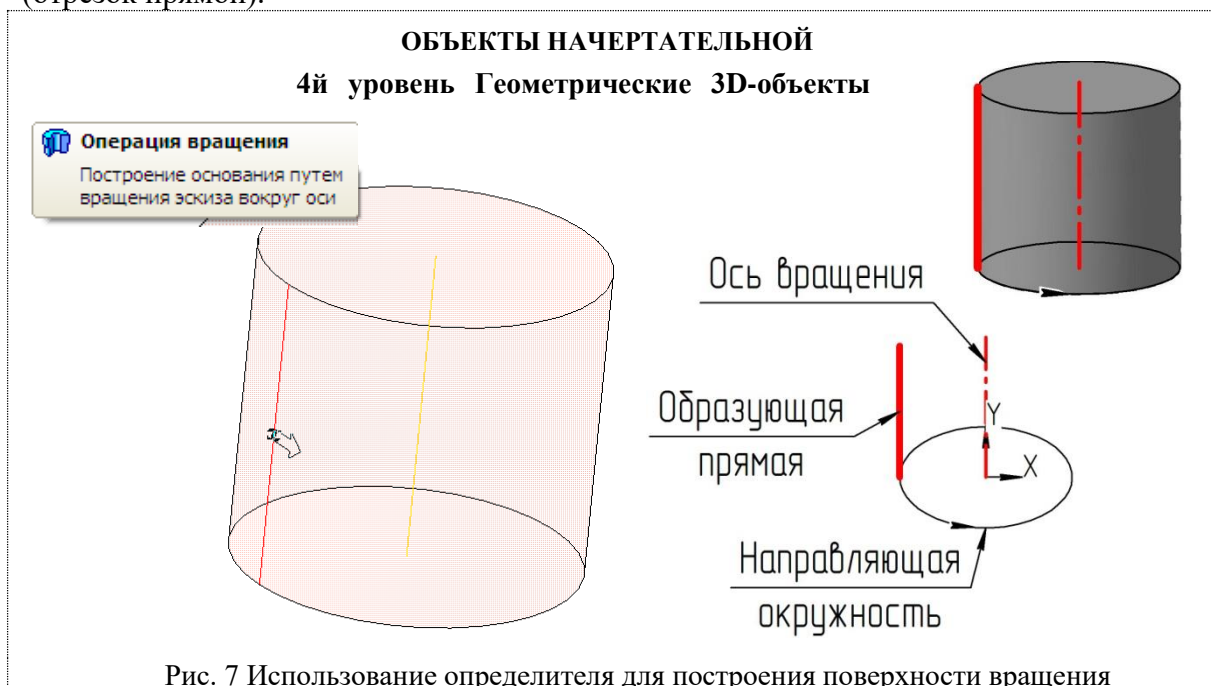
Для формирования конструктивных элементов используются 3d-геометрические примитивы 4-го уровня иерархии, что требует понимания законов образования поверхности, изложенных в теоретическом курсе дисциплины «Начертательная геометрия».

Приведен пример (рис. 6) использования геометрического элемента «цилиндр» в конструкции горловины корпуса вентиля и его изображения-проекции на техническом чертеже.



Знание законов начертательной геометрии кинематического образования поверхности с использованием определителей (образующих и направляющих – прямых и кривых линий) позволяет формировать 3d-модели геометрических примитивов, выполнять и понимать их проекции на чертеже [4].

На рисунке 7 показано построение цилиндра в системе КОМПАС-3D с использованием операции вращения *образующей* (отрезок прямой) вокруг *оси вращения* (отрезок прямой).



Для формирования параметрических эскизов поверхностей используются 2d-геометрические примитивы начертательной геометрии, такие абстрактные элементы, как точки, прямые, кривые линии, в т.ч., трехмерные и плоские примитивы, которые можно отнести к 5-му уровню иерархии структуры детали (рис. 8).

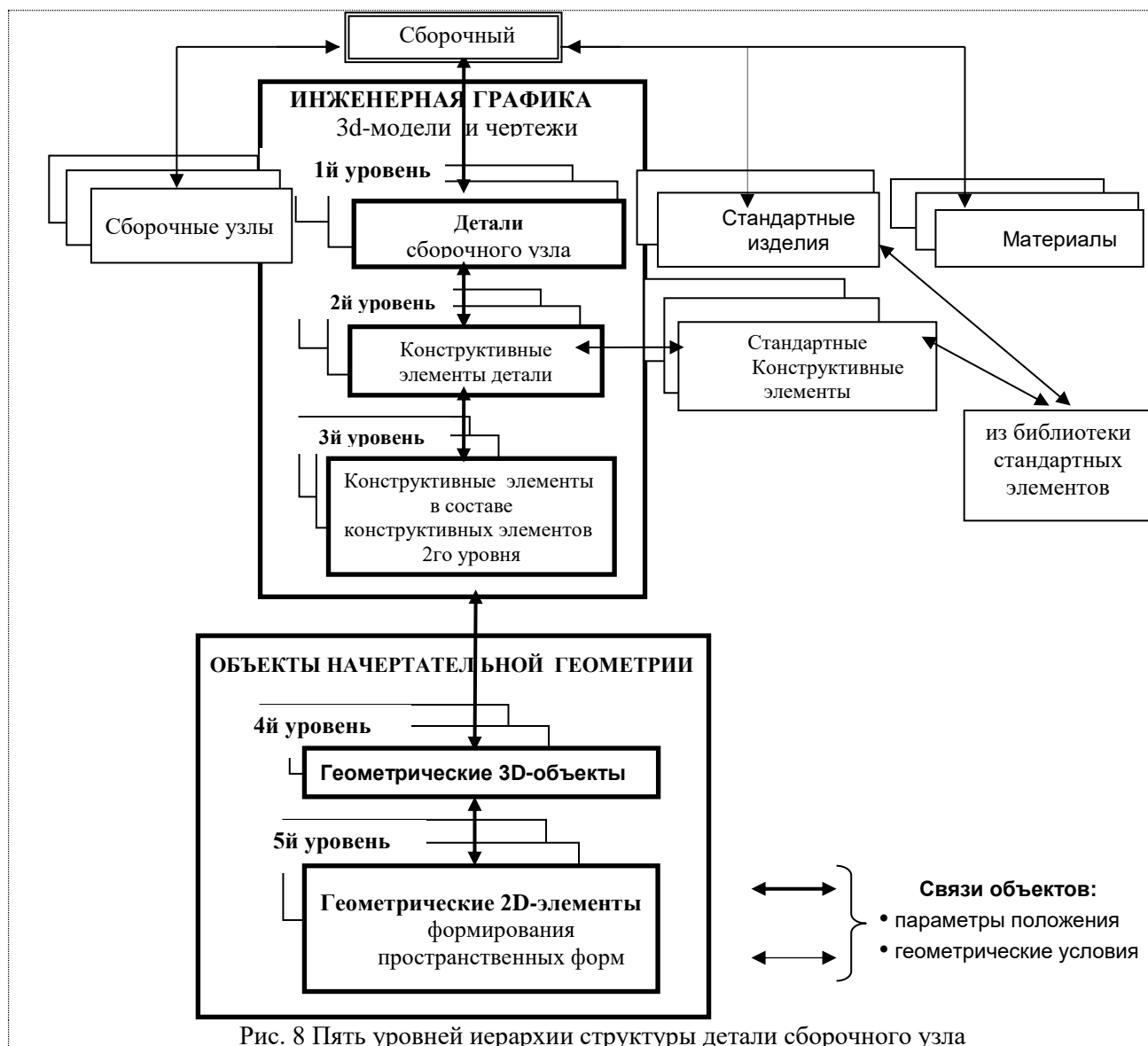


Рис. 8 Пять уровней иерархии структуры детали сборочного узла

Успешно завершив разработку 3d-моделей и выполнение чертежей деталей, студенты могут приступить к формированию 3d-сборочного узла и сборочного чертежа.

Формирование модели и чертежа сборочного узла влечет, как правило, редактирование его составных частей, что заставляет разработчика-студента вновь вернуться к выполненным моделям деталей и параметрическим эскизам, используя теоретические знания и практические навыки учебного курса.

От студента требуется точное выполнение и грамотное редактирование эскизов поверхностей.

Следует отметить, что трудности вызывает формирование параметрических эскизов поверхностей, для построения контуров которых используются вариативность сочетаний сегментов кривых линии и отрезков прямых. Рациональное построение опирается на понимание структуры детали и видение стратегии ее формирования.

Требуется также узнавать и понимать абстрактные геометрические проекции-эпюры технического чертежа, правильно оценивать полученные графические результаты:

- форму поверхностей,
- линий пересечения поверхностей,
- видимость графических элементов,
- параметрические связи элементов всех уровней структуры детали.

Следует обратить внимание на противоречия, изначально существующие между двумя фундаментальными дисциплинами, которые могут приводить к возникновению конфликтов восприятия графических изображений и выполнения заданий [4].

Во-первых, начертательная геометрия вполне обоснованно использует абстрактные математические понятия и сущности – точка, линия, плоскость, поверхность, отрицательные величины исследуемых элементов, а также понятия – множество, бесконечность. Начертательная геометрия изучается как абстрактная математическая наука, имеющая с точки зрения студента, «касательное» отношение к практическому курсу инженерной графики.

Проекция технического чертежа для многих студентов не ассоциируется с графическими эпюрами начертательной геометрии.

Во-вторых, пространство в теории начертательной геометрии разделяется **тремя** плоскостями проекций, координатные оси которых имеют не только положительные, но и отрицательные значения[1].

Отмечаем, что система стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) использует один пространственный куб (рис. 9), шесть граней которого используются в качестве основных плоскостей проекций [5] с положительными значениями параметров.



Рис. 9 Пространственный куб системы стандартов ЕСКД

Нельзя обойти вниманием тот факт, что начертательная геометрия [1] предлагает для ортогонального проецирования внешнюю (глобальную) по отношению к геометрическому объекту систему координат (рис. 10 а).

Конструкторские чертежи изделий используют назначаемую конструктором собственную (см. рис. 10 б) систему координат (не отображается на проекциях), а также конструкторские, технологические и измерительные базы (плоскости) (не отображаются), которые используются для нанесения размерной сети изделия [6].

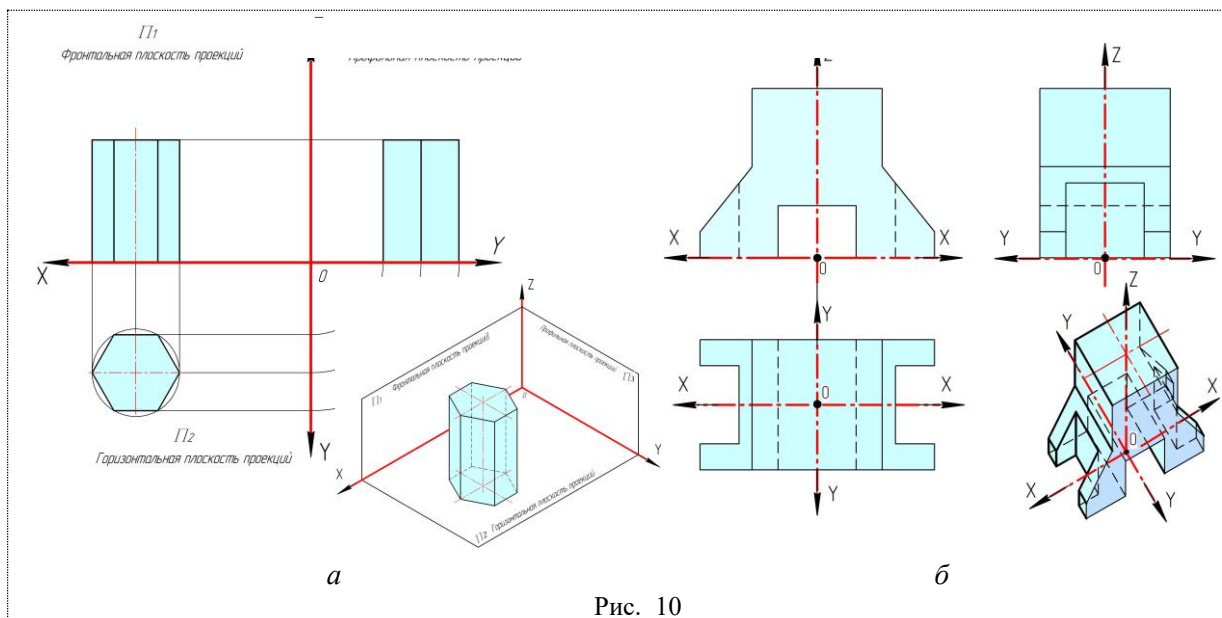


Рис. 10

Кроме того, на эюре параметры формы задаются минимально 2-мя проекциями геометрического 2d- или 3d-объекта без нанесения размеров.

По правилам разработки технического чертежа проекции детали или конструкторского элемента имеют размерную сеть. Использование знаков формы объекта позволяет в ряде случаев уменьшить количество изображений на чертеже.

Например, цилиндр – минимальное количество проекций:

- на эюре (рис. 11 а) – две проекции,
- на чертеже (рис. 11 б) – одна проекция.

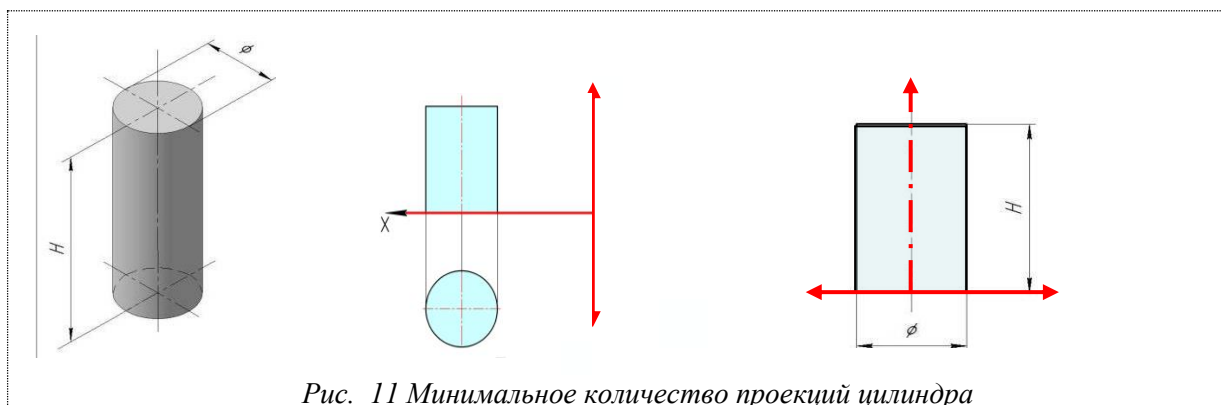


Рис. 11 Минимальное количество проекций цилиндра

Особого внимания заслуживают графические решения задач курса начертательной геометрии по теме пересечения поверхностей.

На технических чертежах линии пересечения поверхностей отображаются и требуют грамотного к себе отношения при чтении или выполнении чертежа, что, к сожалению, не всегда удается. Например: окружность, гипербола и другие линии пересечения на проекциях накладной гайки (рис. 12).

Подводя итог, отмечаем, что, поверхность является основополагающей связью начертательной геометрии и инженерной графики.

Несмотря на очевидность наличия ассоциативных связей начертательной геометрии и



Рис. 12 Линии пересечения поверхностей

инженерной графики, у студентов такое восприятие в полной мере не возникает.

Выводы:

- В основу учебного процесса, по нашему мнению, должен быть заложен принцип постоянной взаимосвязи теории и практического ее использования.
- На каждом учебном занятии, начиная с первого, студенты должны отслеживать связи объектов начертательной геометрии с моделями инженерной графики.

Необходимо также последовательно учитывать особенности использования теоретического курса начертательной геометрии в практике инженерной графики.

Список литературы:

- [1] Фролов С.А. Начертательная геометрия: Учебник втузов.-М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
- [2] Общие требования к структуре данных представления чертежа / Н.И. Запорожцева, С.П. Новиков, И.Н. Шоркина // Сборник статей «Актуальные проблемы современной геометро-графической подготовки» статей Международной научно-практической конференции. Пенза, 2014, с. 41-43.
- [3] Федоренко В.А. Справочник по машиностроительному черчению/ В.А. Федоренко, А.И. Шошин. – М.: Машиностроение, 1975. – 336с.
- [4] Запорожцева Н.И. Ассоциативные связи начертательной геометрии и инженерной графики / Н.И. Запорожцева, Шоркина И.Н. // Труды конгресса «Великие реки» 2018. Выпуск 7, 2018 -5 с.
- [5] ГОСТ 2.305-2008 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Изображения - виды, разрезы, сечения. – М.: Стандартинформ, 2009. – 24 с.
- [6] Запорожцева Н.И. Параметризация. Конструктивный анализ: метод. пособие / Н.И. Запорожцева, С.В. Тарасова. – М-во трансп. РФ ФГОУ ВПО ВГАВТ Н. Новгород: ВГАВТ, 2004. – 68 с.

STRUCTURAL ANALYSIS STRUCTURE OF DETAIL IN THE WORKS ENGINEERING GRAPHICS

N.I. Zaporoztceva

Key words: educational process, descriptive geometry, engineering graphics, detail structure, constructive elements, geometric objects, parametric sketches, associative connections

This material is the result of the analysis of errors in the development of educational 3d-models of parts, the formation and reading of drawings. The revealed essential contradictions between graphic disciplines are stated. It is offered obligatory constant tracking, associative connections between the theory and practice of the studied disciplines.