

УДК 378.147

## СТРУКТУРИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ДАННЫХ НА УЧЕБНУЮ СБОРОЧНУЮ ЕДИНИЦУ

Гузненков В.Н., Журбенко П.А.

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)», Москва, e-mail: vn\_bmstu@mail.ru

Современные системы автоматизированного проектирования оформляют конструкторскую документацию в полуавтоматическом режиме. Знание правил составления и оформления электронной конструкторской документации входит в компетенции современного специалиста. В системе высшего образования инженерно-графические дисциплины первыми формируют у обучающихся компетенции по работе с электронными конструкторскими документами. С развитием информатизации совершенствуются и создаются новые стандарты на проектирование изделий машиностроения. Все это определяет необходимость совершенствования учебного процесса по инженерно-графическим дисциплинам. При выстраивании сквозной информационной конструкторской и технологической подготовки в высшем профессиональном образовании очень важным является унифицирование методик обучения для разработки и выполнения электронных документов на изделия машиностроения. В учебном процессе целесообразно использовать систему формирования учебных обозначений, поскольку работа с кодификатором организаций, классификатором Единой системы конструкторской документации и архивами организаций достаточно трудоемка, что может сместить акценты и подменить основные цели обучения на данном этапе. В работе предложена методика выполнения учебных электронных документов на сборочную единицу. Показана структурная схема изделия. Определены учебные обозначения в схеме деления сборочной единицы на составные части. Предложенные учебные обозначения позволяют с большей эффективностью создавать электронную конструкторскую документацию в системах автоматизированного проектирования.

**Ключевые слова:** высшее профессиональное образование, электронная конструкторская документация, учебная сборочная единица, учебные обозначения

## STRUCTURING ELECTRONIC DATA ON A TRAINING ASSEMBLY UNIT

Guznenkov V.N., Zhurbenko P.A.

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, e-mail: vn\_bmstu@mail.ru

Modern computer-aided design systems draw up design documentation in a semi-automatic mode. Knowledge of the rules for the preparation and execution of electronic design documentation is the responsibility of a modern specialist. In the system of higher education, engineering and graphic disciplines are the first to form competencies for students working with electronic design documents. With the development of informatization, new standards for the design of engineering products are improved and created. All this determines the need to improve the educational process in engineering and graphic disciplines. When building end-to-end informational design and technological training in higher vocational education, it is very important to unify training methods for the development and implementation of electronic documents on engineering products. In the educational process, it is advisable to use a system for the formation of educational notations, since working with the codifier of organizations, the classifier of the Unified system of design documentation and the archives of organizations is quite laborious, which can shift emphasis and replace the main goals of training at this stage. The paper proposes a methodology for the implementation of training electronic documents per assembly unit. The structural diagram of the product is shown. Educational designations are defined in the scheme of dividing an assembly unit into components. The proposed educational designations allow more efficient creation of electronic design documentation in computer-aided design systems.

**Keywords:** higher technical education, electronic design documentation, training assembly unit, educational designations

На сегодняшний день во всех учебных заведениях в системе высшего профессионального образования давно идут интеграция и включение в учебный процесс систем автоматизированного проектирования (САПР) на разных этапах обучения в соответствующих дисциплинах [1; 2]. Процесс трансформации в цифровые технологии проектирования изделий машиностроения востребован и соответствует тенденциям развития высокотехнологичных производств и современным парадигмам в образовании. Именно инженерно-графические дисциплины первыми из всех дисциплин начинают формировать у студентов базо-

вые знания, умения, навыки (компетенции) по работе с электронными документами. Основная задача курса инженерной графики – научить составлять и читать графические и текстовые документы, выполненные не только на бумажных или аналогичных носителях, но и программно-техническими средствами на электронных [3; 4].

Цифровизация процесса проектирования изделий расширяет перечень видов конструкторских документов, добавляя электронные документы и регламентируя правила их формирования и взаимодействия с бумажными документами. Появляются новые государственные стандарты

на электронные документы (электронные модели изделий, электронные чертежи и т.д.) и дополнения к действующим стандартам, что также находит свое отражение в развитии инженерно-графических дисциплин. Переход на цифровую форму представления конструкторских документов влечет за собой серьезные изменения в содержательной, организационной и методической части процесса обучения инженерно-графическим дисциплинам [5]. В этом контексте еще более важным становится сохранение и корректное выстраивание междисциплинарных связей.

Цели исследования: разработка методики подготовки исходных данных для выполнения электронных документов на изделие.

Задачи исследования:

- разработать порядок действий для подготовки исходных данных на изделие;
- разработать форму представления (учебный документ) и контроля результатов подготовки исходных данных;
- разработать правила оформления учебного документа;
- разработать систему учебных обозначений на сборочную единицу и ее составные части.

Предпосылками к поставленным цели и задачам исследования стали требования ГОСТ 2.057-2019 на выполнение основных принципов при разработке электронной модели сборочной единицы (ЭМСЕ).

При выполнении электронных документов на изделие:

- ЭМСЕ должна отражать физическую последовательность (иерархию) операций сборки изделия;
- в ЭМСЕ должно быть определено полное дерево состава изделия с учетом иерархии входимости;
- ЭМСЕ должна содержать информацию не только о составных частях изделия, но и о связях между ними.

В рамках данной работы рассматривается учебная дисциплина «Инженерная графика». Описываются алгоритмы формирова-

ния электронных документов на сборочные единицы: основные конструкторские документы и конструкторские документы из состава полного комплекта конструкторских документов для сборочных единиц. Виды изделий (по конструктивно-функциональному признаку), такие как комплексы и комплекты, не рассматриваются [6].

#### Структурная схема изделия

Традиционно на кафедрах инженерно-графических дисциплин в учебном процессе используют следующие виды изделий (согласно ГОСТ 2.101-2016): детали и сборочные единицы.

Признаком такой классификации изделий служит наличие или отсутствие в них составных частей. Соответственно, детали не имеют составных частей, а сборочные единицы состоят из двух или более составных частей. Понятие «составная часть» применяется только в отношении конкретного изделия, в состав которого она входит. Составной частью может быть любое изделие (деталь, сборочная единица). Различают также покупные (в том числе стандартные) изделия, к которым относят изделия, не изготавливаемые на данном предприятии, а получаемые в готовом виде. На рис. 1 представлена структурная схема изделия.

Исходными данными на сборочную единицу в учебном процессе обычно могут выступать: сборочная единица в материале, учебный чертеж общего вида с таблицей составных частей, сборочный чертеж со спецификацией или комплект чертежей деталей (деталировка) сборочной единицы с описанием. Вне зависимости от формы представления задания студент должен выполнить анализ исходных данных на изделие, определить, из каких деталей и/или сборочных единиц оно состоит, и иметь представление о принципах его работы. Студенческая учебная работа заключается в выполнении соответствующего комплекта электронных документов [7].



Рис. 1. Структурная схема изделия

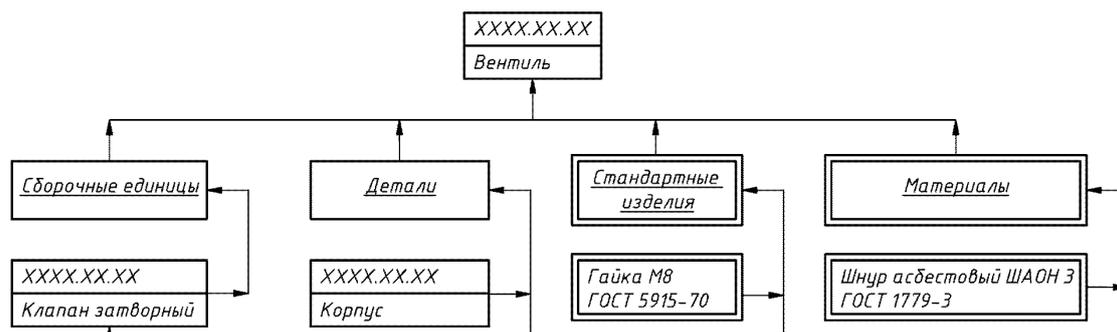


Рис. 2. Пример фрагмента схемы деления на изделие

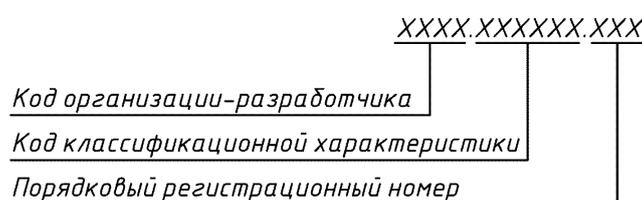


Рис. 3. Структура обозначений

В учебных условиях целесообразно для определения состава изделия применить схему деления изделия на составные части (схема деления). Согласно ГОСТ 2.701 схема деления – это документ, содержащий в виде условных обозначений состав изделия, входимость составных частей, их назначение и взаимосвязи.

Схема деления имеет две основные формы исполнения: бумажную и электронную. Важным аспектом схемы деления является иллюстрация студентом, что он ознакомился с составом сборочной единицы, с соединениями узлов и деталей, установил принадлежность составных частей изделия по соответствующим группам.

Выполнять схему деления сборочной единицы следует по правилам, установленным ГОСТ 2.701 и ГОСТ 2.711. В бумажной форме исполнения для наглядности необходимо добавить элементы схемы, уточняющие деление на группы: детали, стандартные изделия, сборочные единицы, материалы и т.д. (рис. 2). Такую же работу необходимо провести на соответствующих подуровнях сборочных единиц.

В условные графические обозначения помещают данные об изделии и о его составных частях. В учебных целях достаточно внести только обозначения и наименования, поскольку эти данные непосредственно участвуют в оформлении комплекта электронных документов.

Наименования деталей и сборочных единиц необходимо взять из исходных данных задания. Обозначения требуется сформировать студенту самостоятельно, поскольку обычно они отсутствуют в исходных данных.

Обозначение изделия и входящих в него сборочных единиц, деталей и покупных изделий является неотъемлемой частью процесса структуризации конструкторских документов. В соответствии с ГОСТ 2.201-80 каждому изделию должно быть присвоено обозначение, которое одновременно является обозначением основного конструкторского документа изделия.

Обозначение включает в себя (рис. 3): код разработчика по кодификатору организаций-разработчиков (4 знака), код классификационной характеристики по кодификатору Единой системы конструкторской документации (6 знаков), порядковый регистрационный номер из архива организации-разработчика (3 знака).

В учебном процессе целесообразно использовать систему формирования учебных обозначений, поскольку работа с кодификатором организаций, классификатором Единой системы конструкторской документации и архивами организаций достаточно трудоемка, что может сместить акценты и подменить основные цели обучения на данном этапе. Для выстраивания междисциплинарных связей, в соответствии с парадигмой «сквозного обучения», при

выборе учебной системы обозначений требуется ознакомиться с опытом других дисциплин, которые используют обозначения и продолжают обучение студентов после инженерно-графических дисциплин.

В Московском государственном техническом университете имени Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана) в учебном процессе после кафедры «Инженерная графика» в следующий раз студенты работают с конструкторской документацией при выполнении курсового проектирования на кафедре «Детали машин» [8; 9]. В учебных проектах конструкторские документы обозначают по установленной на кафедре учебной системе обозначений (рис. 4).



Рис. 4. Структура учебных обозначений

Сохраняя систему обозначений на кафедре «Детали машин» и приводя в соответствие с комплектами исходных данных, на кафедре «Инженерная графика» введена следующая система заполнения.

В поле 1 – записывают условный код, соответствующий номеру комплекта сбо-

рочной единицы. Например, сформированный из буквенного обозначения стеллажа, на котором расположено изделие («Б»), и его номера, указанного в паспорте изделия («137»): «Б137».

В поле 2 – записывают порядковый номер от 1 до 9 основной сборочной единицы, входящей в состав изделия. Номер сборочной единицы присваивается студентами самостоятельно в зависимости от количества входящих в изделие сборочных единиц. Нумерацию рекомендуется вести, начиная с цифры 1.

В поле 3 – записывают порядковый номер от 1 до 9 сборочной единицы, входящей в состав сборочной единицы, обозначенной в поле 2. Если же таковых не имеется, то записывается цифра 0.

В поле 4 – записывают номер от 1 до 99, обозначающий номер детали, входящей в изделие. Номер назначается в соответствии с номером детали, например в паспорте изделия. При этом если номер состоит из одной цифры, то запись происходит с добавлением перед ней цифры 0 (например: 01, 02, 03 и т.д.).

Для обозначения всего изделия в полях 2, 3 и 4 записываются нули.

Код номера исполнения и/или код документа приводят правее поля 4 соответственно.

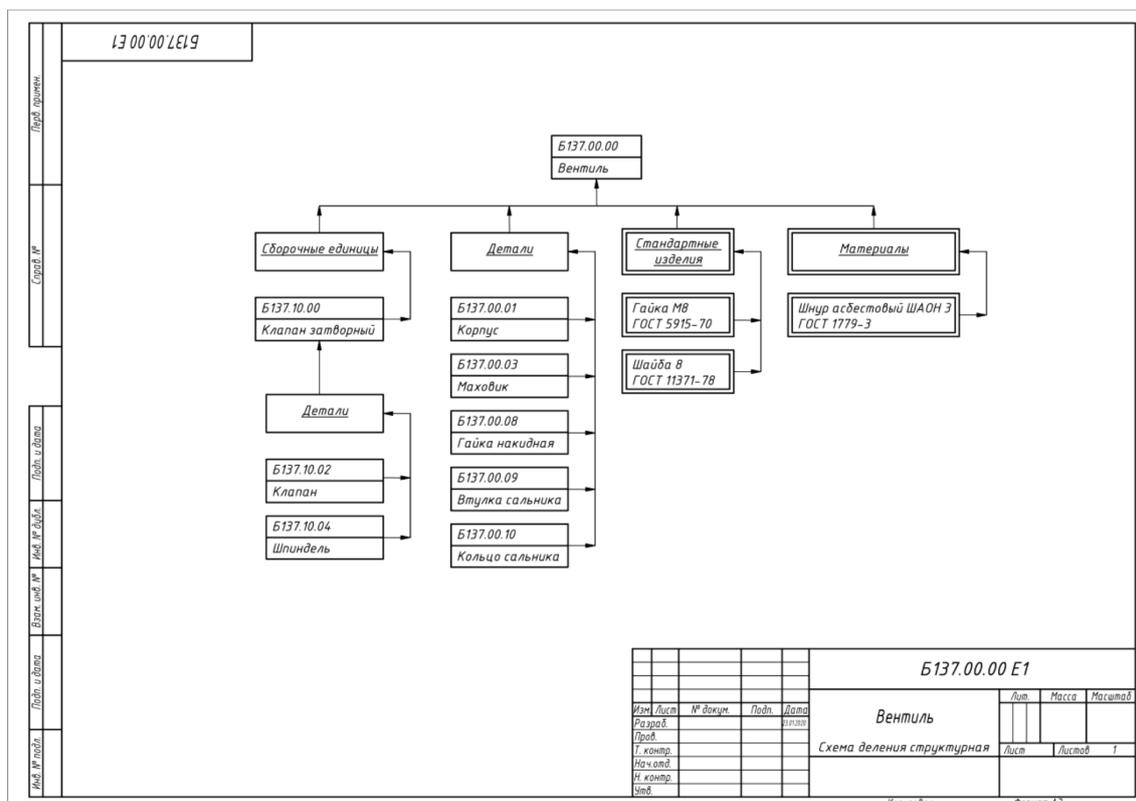


Рис. 5. Пример оформления схемы деления

Сформированные обозначения деталей и сборочных единиц добавляются в соответствующие строки в графические обозначения на схеме деления. Пример выполнения схемы деления на учебную сборочную единицу приведен на рис. 5.

В результате исследования предложен порядок действий для проведения подготовки исходных данных для выполнения электронных документов на изделие. Определены форма учебного документа (схема деления) и правила его оформления для контроля подготовки исходных данных. Определены учебные обозначения в схеме деления сборочной единицы на составные части. Эти обозначения универсальны для всего блока общеинженерных дисциплин и могут использоваться при выполнении учебной конструкторской документации на специальных и выпускающих кафедрах.

### Выводы

Современные системы автоматизированного проектирования оформляют конструкторскую документацию в полуавтоматическом режиме. Знание правил составления и оформления электронной конструкторской документации входит в компетенции современного специалиста. При выстраивании сквозной информационной конструкторской и технологической подготовки в высшем профессиональном образовании очень важным является унифицирование методик обучения для разработки и выполнения электронных документов на изделия машиностроения. Учебная конструкторская документация может быть выполнена как в электронном виде, так и на бумажном носителе. Предложенные

учебные обозначения позволяют с большей эффективностью создавать электронную конструкторскую документацию в системах автоматизированного проектирования.

### Список литературы

1. Тимофеев В.Н., Демина Ю.Ю. Развитие методики преподавания инженерно-графических дисциплин в техническом вузе // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2020. № 2–1 (41). С. 116–119.
2. Андреев-Твердов А.И., Куропаткина О.В., Боровиков И.Ф. Инженерно-геометрическая подготовка студентов технических вузов: состояние проблемы перспективы // *Альманах современной науки и образования*. 2015. № 7 (97). С. 16–18.
3. Гузненков В.Н., Журбенко П.А., Винцулина Е.В. Методика преподавания инженерной графики в МГТУ им. Н.Э. Баумана // *Международный журнал экспериментального образования*. 2019. № 2. С. 5–9.
4. Демидов С.Г. Компьютерное моделирование в графической подготовке студентов технического университета // *Российский научный журнал*. 2015. № 1 (44). С. 143–145.
5. Guznenkov V., Zhurbenko P. Electronic Geometric Modeling is the Basis of Modern Geometric-Graphic Education in the Technical University. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019. Т. 809: 18th International Conference on Geometry and Graphics, ICGG 2018. P. 1268–1273. DOI: 10.1007/978-3-319-95588-9\_109.
6. Горшков Г.Ф., Голубев Д.В., Филатова О.И. Содержание и методы обучения графическому документированию с использованием информационных технологий // *Alma mater (Вестник высшей школы)*. 2014. № 5. С. 104–106.
7. Седов Л.А., Коробочкина Н.В. Сборочный чертеж: метод указания к домашнему заданию по курсу «Инженерная графика». М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 26 с.
8. Бочарова И.Н., Демидов С.Г. Инженерная графика как база интеграции общеинженерных дисциплин в техническом университете // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2017. № 4–5. С. 25–28.
9. Андреев-Твердов А.И., Боровиков И.Ф., Калинин В.И., Яковук О.А. Формирование компетенций, необходимых для разработки конструкторской документации, у студентов технических университетов // *Педагогика. Вопросы теории и практики*. 2017. № 3 (7). С. 10–13.