

Министерство образования и науки Российской Федерации

---

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА

Кафедра «Инженерная графика и дизайн»

*Т. В. Маркова, Г. А. Красильникова, Н. С. Иванова*

**ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА  
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ  
В КОМПАС-3D**

Часть 1

Введение в систему «КОМПАС-График»

Электронный практикум

Санкт-Петербург

2014

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>Упражнение 1.</b> Запуск программ и создание документов.....	4
<b>Упражнение 2.</b> Работа с панелями инструментов.....	4
<b>Упражнение 3.</b> Добавление кнопок на панелях инструментов.....	5
<b>Упражнение 4.</b> Размещение команды в меню.....	6
<b>Упражнение 5.</b> “Компактная панель” и работа с ней.....	6
<b>Упражнение 6.</b> Задание параметров объектов. Работа с “Панелью свойств”.....	7
<b>Упражнение 7.</b> Работа с “Менеджером документа”.....	10
<b>Упражнение 8.</b> Настройка параметров системы.....	11
<b>Упражнение 9.</b> Настройка привязок.....	13
<b>Упражнение 10.</b> Работа с несколькими документами.....	13
<b>Упражнение 11.</b> Печать документа.....	14
<b>Упражнение 12.</b> Сохранение документов.....	15
<b>Упражнение 13.</b> Получение справочной информации.....	16
<b>Библиографический список</b> .....	18

## Введение

Развитие средств автоматизированного проектирования, постепенный переход от бумажного документирования к электронному обуславливает необходимость изучения компьютерных технологий создания конструкторской документации уже с первого года обучения студентов в рамках курса инженерной графики. В качестве базы для освоения общих принципов формирования электронных чертежей, схем, спецификаций выбрана КОМПлексная Автоматизированная Система (КОМПАС-3D), настройки которой и многочисленные приложения (библиотеки) основаны на стандартах Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) [1], что позволяет значительно ускорить процесс выполнения графических работ и повысить их качество.

Система “КОМПАС-3D” имеет модульную структуру. Она содержит четыре компонента, тесно связанных между собой:

КОМПАС-3D;

КОМПАС-График;

система проектирования спецификаций;

текстовый редактор.

Изучение системы начнем с работы в КОМПАС-График — чертежно-графическом редакторе. Рассмотрим общие настройки интерфейса, назначение основных команд, правила работы с панелями инструментов.

Упражнения представляют собой пошаговые инструкции по выполнению тренировочных заданий, которые содержат типовые элементы графических и текстовых конструкторских документов. В краткой форме даны теоретические сведения, поясняющие терминологию, а также необходимость применения тех или иных функциональных возможностей системы. *Курсивным начертанием* выделены

термины и наименования элементов интерфейса. **Полужирным шрифтом** и стрелками (→) обозначены последовательности команд, которые необходимо выполнить, нажимая соответствующие кнопки раскрывающихся меню. В ряде случаев обучающимся предлагается самостоятельно сделать выводы о назначении рассматриваемого элемента системы. Упражнение 8 представляет собой краткий справочник по наиболее необходимым при работе настройкам.

### **Упражнение 1. *Запуск программ и создание документов***

1. Двойным щелчком по ярлыку запустите программу КОМПАС-3D. Если ярлык не создан, откройте меню **Пуск** → **Все программы**, найдите папку ASKON и в ней запустите КОМПАС-3D VXX (установленной версии). В окне открывшегося чертежно-графического редактора КОМПАС-3D расположены строка *Заголовка*, строка *Главного меню*, *Панели инструментов* с кнопками выполнения *Команд*, которые заменяют выбор команд из меню или комбинацию клавиш.

2. Создайте новый документ **Чертеж**, выбрав пункт меню **Файл** → **Создать** → **Чертеж**. В окне документа отобразится лист с рамкой и основной надписью.


3. Вращайте колесо мыши, наблюдайте за изменением масштаба чертежа.

### **Упражнение 2. *Работа с панелями инструментов***

1. Раскройте меню **Вид** → **Панели инструментов**. “Галочкой” отмечены несколько включенных по умолчанию панелей. Щелкните по строке панели *Текущее состояние* (“галочка” исчезла). Тем самым вы отключили панель *Текущее состояние*. При выполнении операции наблюдайте за изменением интерфейса системы (панель исчезла).

2. Повторите операцию п. 1: включите панель *Текущее состояние*.

3. Выключая и включая, определите местоположение в окне программы всех включенных по умолчанию панелей инструментов. Панели инструментов содержат кнопки (пиктограммы) команд. С помощью *Всплывающих подсказок* на панели *Вид* найдите кнопку *Текущий масштаб*. Установите в окне *Текущего масштаба* значение **1.0**, что соответствует масштабу 1 : 1 (масштабу просмотра изображения).

4. Включите панель *Глобальные привязки* (**Вид** → **Панели инструментов**). Попробуйте перемещать панель, располагая ее в разных частях экрана. Наблюдайте за изменением ее вида и возможностями закрепления. Перемещают панель мышью, установив курсор на ее заголовке либо, если заголовок не отображается, на *Маркере перемещения панели* , удерживая при этом нажатой левую кнопку мыши. Так можно перемещать любые панели, формируя удобный для пользователя интерфейс.

5. Закройте панель.

### **Упражнение 3. Добавление кнопок на панелях инструментов**

Рассмотрим пример. Добавим кнопку *Предыдущий* (масштаб) на панель *Вид*.

1. Выберите меню **Сервис** → **Настройка интерфейса** → **Команды**, в окне **Категории** — *Вид*, в окне **Команды** — *Предыдущий* (масштаб).

2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, перетащите пиктограмму команды *Предыдущий масштаб* на панель *Вид* и установите рядом с другими кнопками изменения масштаба.

3. Для удаления кнопки достаточно переместить ее с панели в зону чертежа (белая область окна).

#### Упражнение 4. *Размещение команды в меню*

1. Выберите меню **Сервис** → **Настройка интерфейса** → **Команды**, в окне **Категории** — *Редактор*, в окне **Команды** — *Выделить все*.

2. Нажав левую кнопку мыши и удерживая ее, перетащите пиктограмму команды *Выделить все* на панель главного меню в раздел **Выделить** и установите ее, например, перед всеми командами выделения.

3. Для удаления команды достаточно переместить ее в белую область окна.

#### Упражнение 5. *“Компактная панель” и работа с ней*

1. Компактная панель содержит несколько инструментальных панелей, представленных кнопками переключения между ними. С помощью всплывающих подсказок найдите и активизируйте панель *Геометрия*, включенную в состав *Компактной панели*. Изучите ставшие доступными при этой операции кнопки вызова команд активной панели (т. е. панели *Геометрия*).

2. Обратите внимание: маленьким черным треугольником в правом нижнем углу отмечены кнопки, позволяющие вызвать *Расширенную панель*, включающую в себя несколько команд, сгруппированных по назначению. Нажав и удерживая в нажатом состоянии кнопку *Отрезок*, откройте *Расширенную панель* и изучите ее состав. Доступные команды отображаются синим цветом. Вызовите команду *Отрезок*. В нижней части экрана откроется *Панель свойств*, предназначенная для управления процессом выполнения команды.

## Упражнение 6. Задание параметров объектов. Работа с “Панелью свойств”

1. Сразу после вызова команды активным является окно документа, т. е. система ожидает задания параметров объекта указанием точек или базовых объектов в окне. Указания о порядке работы выводятся в *Строке сообщений* внизу экрана.

2. Укажите *Начальную точку отрезка*, щелкнув левой кнопкой в любом месте листа чертежа. Обратите внимание на переключатель слева от названия поля **т1** (*Начальная точка*) на *Панели свойств*. На нем отображается перекрестие. Этот знак обозначает, что числовой параметр, в данном случае координаты начальной точки, *зафиксирован*. В то же время на переключателе поля *Конечной точки* (**т2**) отображается “галочка”: система ожидает, что значение данного параметра будет введено с помощью указания точки мышью в окне документа или ввода координат точки в поле параметра на панели свойств. Этот параметр *активный*.

3. Щелчком по перекрестию на переключателе *Начальной точки* снимите фиксацию ее координат: теперь данный параметр стал активным (“галочка” на переключателе). Введите координаты  $X = 100$ ,  $Y = 100$  (**Enter**). Задайте положение *Конечной точки*. Отрезок с заданными параметрами сразу отображается на чертеже, и система предлагает построить следующий.

4. Параметры, не являющиеся координатами точек (длина, угол, расстояние, наименование и т. п.), могут быть введены в особом, хранящемся в системе порядке — *предопределенном порядке*. Значение (число или текст), введенное с клавиатуры во время создания или редактирования объекта, сразу воспринимается системой как значение предопределенного параметра и заносится в предопределенное поле. При построении следующего отрезка

воспользуйтесь предопределенным порядком ввода данных. Обратите внимание: на *Панели свойств* с момента вызова команды *Отрезок* выделено поле **Длина** — оно обведено рамкой и имеет отличающийся фон. Система ожидает ввода именно данного параметра. Введите значение, например, 100 (**Enter**), курсор при этом может находиться в любом месте чертежа. Произошла фиксация введенного значения (в поле **Длина** появился знак перекрестия) и переход к следующему предопределенному параметру (выделено поле **Угол**).

5. Задайте значение угла (30, **Enter**) и щелкните мышью в произвольном месте, задав тем самым *Начальную точку*. Обратите внимание: система снова *автоматически* создала отрезок с заданными параметрами (кнопка **Auto** по умолчанию нажата) и предлагает построить следующий отрезок.

6. Отожмите кнопку **Auto** и постройте еще один произвольный отрезок. Теперь, чтобы подтвердить создание каждого очередного объекта, нужно дополнительно нажать кнопку **Создать объект** (или щелкнуть левой кнопкой мыши по объекту). До тех пор пока эта кнопка не нажата, объект не считается зафиксированным, поэтому можно изменить любой его параметр любое количество раз. Каждое изменение будет немедленно отражаться на фантоме объекта в окне документа, что позволит контролировать правильность ввода значений.

7. Еще раз задайте произвольно *Начальную точку* отрезка. Нажмите кнопку **Запомнить состояние** на *Панели свойств* (точнее, на *Панели специального состояния*, которая включена в состав *Панели свойств*). Задайте положение *Конечной точки* и подтвердите создание объекта (**Создать объект**).

8. Система предлагает построить следующий отрезок, при этом *Начальная точка* ее уже *зафиксирована*. Постройте несколько



отрезков с одинаковой *Начальной точкой*. Отожмите кнопку **Запомнить состояние**. Нажмите кнопку **Auto**.

9. При построении следующего отрезка наберите выражение, например,  $123/2 + 0.27$  (**Enter**). Система произведет расчет и заполнит предопределенное поле **Длина** нужным образом: так работает встроенный калькулятор. При вводе выражений можно использовать различные математические операции и функции (см. справочную систему). Необходимо помнить также, что числовые значения в полях *Панели свойств* отображаются с точностью, установленной в диалоге настройки представления чисел (**Сервис** → **Параметры...** → **Система** → **Общие** → **Представление чисел**). Эта точность не влияет на значение параметра, хранящееся внутри системы, оно всегда равно числу, заданному пользователем (поэтому очень важно вводить нужные значения точно).

10. Другим способом задания числовых параметров графических объектов является снятие значений параметров с уже существующих объектов. Для этого используется так называемый *Геометрический калькулятор*. Постройте отрезок, длина которого точно равна длине одного из уже построенных отрезков: в поле **Длина** правой кнопкой мыши вызовите контекстное меню и команду *Длина кривой* и укажите на любой построенный ранее отрезок. Набор команд контекстного меню зависит от типа параметра. Можно построить отрезок, равный по длине, например длине указанной окружности, имеющий заданный угол наклона и т. д.

11. Для отмены и повтора действий служат команды *Отменить* (**Ctrl + Z**) и *Повторить* (**Ctrl + Y**) в меню *Редактор*. Кнопки вызова этих команд расположены на *Стандартной* панели.

12. *Панель свойств* автоматически открывается внизу окна программы при вызове любой команды, если ее отображение на экране настроено включением соответствующей опции. Включение и

отключение отображения *Панели свойств* производится командой **Вид** → **Панели инструментов** → **Панель свойств**. Эту панель можно *Зафиксировать* в нижней части окна программы, *Свернуть*, настроить *Плавающий* режим работы. Выбор удобного варианта осуществляется в контекстном меню при нажатии правой кнопки мыши на *Маркере перемещения Панели свойств*.

### **Упражнение 7. Работа с “Менеджером документа”**

1. Откройте *Менеджер документа*: меню **Сервис** → **Менеджер документа** (или соответствующая кнопка на панели *Стандартная*). *Менеджер документа* предназначен для работы с объектами, составляющими *Структуру* документа: листами, видами и слоями. С его помощью можно изменять свойства листов, видов и слоев, создавать и удалять листы и слои, выбирать текущий вид и слой и выполнять некоторые другие действия.

2. Выделите щелчком левой кнопки мыши формат листа **A4**, созданного по умолчанию. Щелкните по стрелке выпадающего меню и выберите формат **A2**. Щелчком левой кнопки мыши измените ориентацию листа на **горизонтальную**. Стиль *Оформления* листа также можно изменить, щелкнув по надписи **Чертеж констр. Первый лист** (столбец *Оформление*) и выбрав при необходимости другое оформление, например “Чертеж констр. Посл. Листы” (последующие листы), “Титульный лист”, чертеж “Без основной надписи”, “Без оформления” и др.

3. Сохраните изменения и закройте окно *Менеджера документа*.

4. Вращением колеса мыши уменьшайте масштаб изображения. Чтобы отобразить весь чертеж, разместив его в окне документа, щелкните по кнопке *Показать все* на панели *Вид*.

## Упражнение 8. Настройка параметров системы

1. Выберите меню **Сервис** → **Параметры**. В открывшемся окне можно настроить (наиболее часто используемые настройки):

отображение *Подсказок для кнопок* (**Система** → **Экран** → **Настройка интерфейса** → **Параметры**);

режимы отображения *Всплывающих сообщений* (**Система** → **Общие** → **Всплывающие сообщения**);

*Фон рабочего поля* (**Система** → **Экран** → **Фон рабочего поля**);

отображение *Сетки* для удобства построений (**Текущее окно** → **Сетка**; соответствующая кнопка на панели *Текущее состояние* включает и выключает *Сетку*; для быстрого создания объектов или их частей, ортогональных осям текущей системе координат, часто используется расположенная рядом кнопка *Ортогональное черчение*);

вид курсора (**Система** → **Графический редактор** → **Курсор**), в этом же окне — включить или выключить *Округление* (соответствующая кнопка также находится на панели *Текущее состояние*);

*Системные линии*: толщину и цвет на экране и при печати (**Система** → **Графический редактор** → **Системные линии**);

*Единицы измерения* (**Текущий чертеж** → **Единицы измерения** или **Новые документы** → **Графический документ** → **Единицы измерения**);

*Точности* размерных надписей (**Новые документы** → **Графический документ** → **Размеры** → **Точности**);

шрифт размерных *Надписей* (**Новые документы** → **Графический документ** → **Размеры** → **Надпись**);

параметры *Размерных стрелок* (**Новые документы** → **Графический документ** → **Размеры** → **Параметры**);

параметры *Стрелок взгляда* (**Новые документы** → **Графический документ** → **Стрелка взгляда**);

параметры *Осевой линии* (**Новые документы** → **Графический документ** → **Линии** → **Осевая линия**);

параметры обозначения *Шероховатости*, в частности включить или выключить отображение в соответствии с изменением № 3 ГОСТ 2.309–73 (**Новые документы** → **Графический документ** → **Шероховатость**);

порядок *сортировки* обозначений объектов оформления: видов, разрезов, выносных элементов и др. (**Новые документы** → **Графический документ** → **Автосортировка**);

прерывание штриховки и линий при пересечении с размерными стрелками, размерными надписями и обозначениями (**Новые документы** → **Графический документ** → **Перекрывающиеся объекты**);

сохранение настройки *Конфигурации системы* (**Система** → **Файлы** → **Сохранение конфигурации**);

установки *Фильтров вывода на печать* (**Система** → **Графический редактор** → **Фильтры вывода на печать**);

*Имя файла по умолчанию* (**Новые документы** → **Имя файла по умолчанию**).

2. Для удобства работы, особенно на этапе освоения системы, необходимо включить (если не включена по умолчанию) *Строку сообщений*: строку в нижней части главного окна КОМПАС-3D, где выводятся сообщения системы, относящиеся к выполнению текущей команды или к тому элементу рабочего окна, на который указывает курсор (меню **Вид** → **Строка сообщений**).

3. Комплекс сведений о настройке конфигурации системы, называемый *Профилем*, можно сохранить (**Сервис** → **Профили...**). С помощью профилей быстро изменяют текущую настройку системы. Например, если создать профиль для трехмерного моделирования (т. е. профиль, содержащий настройки, при которых наиболее

удобно работать с трехмерными моделями), профиль для разработки конструкторской документации и т. д., то для того, чтобы настроить систему для выполнения той или иной задачи, будет достаточно применить соответствующий профиль. Профиль **mcad** — профиль машиностроительной конфигурации по умолчанию.

### **Упражнение 9. Настройка привязок**

1. В процессе работы с графическим документом постоянно возникает необходимость точно установить курсор в некоторую точку (начало координат, центр окружности, конец отрезка и т. п.), иными словами, выполнить *Привязку* к уже существующим точкам или объектам. Без такой привязки невозможно создать точный чертеж. Предусмотрены две разновидности *Привязки* — **глобальная** (действующая по умолчанию) и **локальная** (однократная).

2. Чтобы включить или отключить какие-либо глобальные привязки и настроить их работу в текущем окне, нажмите кнопку *Установка глобальных привязок* на панели *Текущее состояние*. Установите “галочки” в пунктах **Динамически отслеживать** и **Отображать текст**. Включите привязки **Ближайшая точка**, **Пересечение** и **Точка на кривой**. Их достаточно для нормальной работы. Остальные привязки могут быть использованы как локальные. Контекстное меню выбора локальной привязки вызывается нажатием правой кнопки мыши.

### **Упражнение 10. Работа с несколькими документами**

1. Создайте новый документ: меню **Файл** → **Создать** → **Спецификация**.

2. Откройте меню *Окно*. В нижней части раскрывшегося списка команд находится список открытых документов. Должно быть

открыто два документа: чертеж и спецификация без имени. “Галочкой” отмечен текущий документ (спецификация).

3. Настройте многооконный режим работы с документами. (меню **Окно** → **Мозаика вертикально**). Имя файла текущего документа отображается в заголовке окна программы. Переход от одного документа к другому осуществляется щелчком левой кнопки мыши в окне нужного документа.

4. Сделайте активным **Чертеж**. Щелкните по пиктограмме команды *Показать все панели Текущее состояние*.

5. Перейдите в документ **Спецификация**. Обратите внимание на изменившийся интерфейс программы. На панели *Вид* активизируйте кнопку *Масштаб по ширине листа*. Настроенный таким образом многооконный режим позволяет эффективно работать сразу с несколькими документами, например со сборочным чертежом и спецификацией.

6. Разверните **Спецификацию** на все окно программы. Теперь для работы с **Чертежом** его необходимо выбрать из списка меню *Окно*. Для удобства перехода от одного документа к другому включите *Закладки*: меню **Окно** → **Показать закладки** (если не включены по умолчанию).

7. Закройте **Спецификацию**, изменения не сохраняйте. **Чертеж** разверните на все окно программы.

### Упражнение 11. Печать документа

1. Вызовите команду *Предварительный просмотр* (**Файл** → **Предварительный просмотр** или соответствующая кнопка на панели *Стандартная*).

2. С помощью *Всплывающих подсказок* изучите команды панели инструментов режима *Предварительного просмотра*.

Скомпонуйте и настройте изображение. Для размещения документа на определенном количестве листов воспользуйтесь командой **Сервис** → **Подогнать масштаб...** главного меню режима *Предварительного просмотра*. Обратите внимание: возможна печать как части изображения, так и нескольких документов сразу. Подготовленные для печати настройки можно сохранить (**Файл** → **Сохранить задание на печать...**), чтобы воспользоваться ими при последующей печати (**Файл** → **Загрузить задание на печать...**).

3. Вызовите команду **Файл** → **Печать**.

### Упражнение 12. Сохранение документов

1. Настройте параметры сохранения файлов: меню **Сервис** → **Параметры...** → **Новые документы** → **Имя файла по умолчанию**. Выберите пункт **Обозначение + Наименование**. Закройте окно настройки.

2. Двойным щелчком левой кнопки мыши по основной надписи чертежа активизируйте режим ее заполнения. В поле **Обозначение** введите обозначение в соответствии со структурой, установленной ГОСТ 2.201–80 (АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ), в поле **Наименование** — Упражнение 1. Следите за *Строкой сообщений*.


3. Для завершения заполнения основной надписи нажмите кнопку **Создать объект** на *Панели свойств*.

4. Сохраните чертеж в предварительно созданной папке ваших работ. Обратите внимание на предлагаемое имя файла. Тип файла чертежа по умолчанию имеет расширение **\*.cdw**, но при необходимости КОМПАС-документ можно конвертировать в другие форматы, в частности в формат более ранней версии системы. Для выполнения конвертации выберите нужную строку из списка **Тип файла**.

### Упражнение 13. Получение справочной информации

При возникновении затруднительных ситуаций во время работы всегда можно получить справку, помощь или подсказку.

1. Наведите указатель мыши на любую кнопку, в *Строке сообщений* появится название команды, а под кнопкой — подсказка с указанием клавиатурных сокращений (*Всплывающая подсказка*).

2. Щелкните кнопку **Объектной справки**  на *Стандартной панели*, курсор мыши изменит свой внешний вид (превратится в вопросительный знак со стрелкой). Щелкните указателем со знаком ? по интересующей кнопке, на экране появится окно **Справочной системы КОМПАС-3D** с информацией об этой команде.

3. Выберите в главном меню команду **Справка**, разные пункты которой предоставляют ряд возможностей:

а) пользуясь **Содержанием**, можно получить информацию в электронной книге, осуществить поиск информации по ключевым словам;

б) сведения о выполняемой в данный момент команде, активном элементе интерфейса или элементе, на который указывает курсор, выводятся при выборе пункта **Контекстная**. Для быстрого вызова контекстной справки можно нажать клавишу **F1**;

в) выбор пункта **Азбука КОМПАС** позволяет запустить учебное пособие, в котором рассматриваются основные приемы работы в системе;

г) в пункте **КОМПАС в Интернете** содержатся адреса сайтов, по которым можно получить новую и дополнительную информацию: <http://www.ascon.ru/>, <http://support.ascon.ru/>, <http://forum.ascon.ru/>;

д) в пункте **Команды клавиатуры** можно найти названия команд и соответствующие им сочетания клавиш.



В заключение отметим ряд принципиальных отличий алгоритма создания чертежа на компьютере от традиционного черчения карандашом.

Во-первых, искусство компьютерной графики заключается в создании чертежа с использованием *минимального количества команд* или щелчков мыши, поэтому, начиная работу, необходимо четко продумать план построений.

Во-вторых, при работе на компьютере нужно помнить, что *размеры* всех объектов вводятся *в натуральную величину*, а система сама в зависимости от масштаба, установленного в текущем виде, пересчитает размеры и выведет на экран эти объекты с учетом масштаба.

Кроме того, необходимо понимать, что нельзя чертить на компьютере на глаз. Все геометрические объекты, а также объекты оформления, например размеры, должны быть построены обязательно *с использованием привязок*. Иначе чертеж будет некорректным: с наложением линий, разрывами между смежными отрезками, неточным положением центров и т. д. Эти неточности могут быть незаметны при работе и на чертеже в распечатанном виде, но будут видны при приближении изображения. Разрыв в контуре даже в несколько микрон считается принципиальной и грубой ошибкой. В то же время все линии должны быть проведены только один раз. Отрезок, начерченный дважды вручную, воспринимается как один. Если отрезок проведен дважды на компьютере, система воспринимает его как два отрезка. Подобные ошибки приводят к трудностям при редактировании чертежа, к невозможности выполнения операций формообразования при трехмерном моделировании, а также к сбоям, например, при изготовлении детали на станках с ЧПУ.

## Библиографический список

1. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей: сборник. — М.: Издательство стандартов, 2001. — 230 с.

2. Инженерная и компьютерная графика. Компьютерные технологии разработки конструкторской документации: учеб. пособие / Т. В. Маркова [и др.]. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. — 92 с.

3. *Самсонов В. В.* Автоматизация конструкторских работ в среде Компас- 3D: учеб. пособие / В. В. Самсонов, Г. А. Красильникова. — М.: Изд-во «Академия», 2009. — 224 с.