

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированного оборудования  
машиностроительного производства

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению курсовой работы по дисциплине  
«Компьютерная графика в машиностроении»  
для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств» (профили «Технология  
машиностроения», «Металлообрабатывающие станки и комплексы»,  
«Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного  
производства») всех форм обучения

УДК 681.321:621(07)  
ББК 32.97:34.5я7

Составители:  
ст. преп. Д. М. Черных

**Компьютерная графика:** методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Компьютерная графика в машиностроении» для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профили «Технология машиностроения», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного производства») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»: сост. Д. М. Черных. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 18 с.

В методических указаниях изложены общие вопросы по выполнению курсовой работы, даны рекомендации к разработке ее отдельных разделов, определен порядок выполнения, приведена рекомендуемая литература. При выполнении курсовой работы студенты получают навыки в использовании технической справочной литературы, опыт разработки твердотельных моделей и сборок.

Предназначены для студентов 2 курса.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ\_КГ\_КР\_АО .pdf.

Библиогр.: 6 назв.

**УДК 681.321:621(07)**  
**ББК 32.97:34.5я7**

**Рецензент** – С. Ю. Жачкин, д-р техн. наук, проф. кафедры автоматизированного оборудования машиностроительного производства ВГТУ

*Издаётся по решению редакционно-издательского совета  
Воронежского государственного технического университета*

## **Введение**

В методических указаниях изложены общие вопросы по выполнению курсовой работы для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Технология машиностроения», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного производства» студентами всех форм обучения.

Даны рекомендации по разработке курсовой работы, отдельных разделов, определен порядок выполнения, приведена рекомендуемая литература.

При выполнении курсовой работы студенты получают навыки в использовании технической справочной литературы и нормативной документации, освоение методики твердотельного моделирования и создания ассоциативных чертежей и сборок.

Приступая к выполнению курсовой работы, необходимо внимательно прочитать цель, краткие теоретические и учебно-методические материалы. При необходимости следует обратиться к преподавателю за разъяснениями.

## **1. Цель и задачи курсового проектирования**

Курсовое проектирование является завершающим этапом изучения специальной дисциплины и выполняется с целью:

- закрепления, расширения и углубления теоретических знаний студентов по соответствующей дисциплине;
- приобретения навыков практического применения полученных теоретических знаний к комплексному решению конкретных задач, предусмотренных курсовым проектом;
- получения навыков самостоятельного и творческого подхода к решению конкретных инженерных задач;
- обучения самостоятельной работе со справочной литературой, каталогами, справочниками, стандартами, нормами;
- отработки навыков оформления технической документации, составления пояснительной записки и оформления иллюстративного материала, чертежей и схем согласно стандартам ЕСКД и ЕСТД;
- получения навыков создания чертежей в САПР согласно стандартам ЕСКД.
- получения навыков создания твердотельных моделей с использованием методов параметризации.
- получения навыков создания сборок с элементами параметризации и использованием библиотеки стандартных элементов, оформления спецификаций.

## 2. Тематика и содержание курсовой работы

Темой курсовой работы является создание твердотельных моделей деталей, представленных в задании, создание сборки, выполнение сборочного чертежа и детализировки. Чертежи деталей, для которых следует создать твердотельные модели и сборку, выдаются преподавателем.

Курсовая работа содержит пояснительную записку и графическую часть.

Материалы пояснительной записки излагают в следующей последовательности:

- титульный лист;
- введение;
- теоретический вопрос;
- описание назначения изделия и условий его эксплуатации;
- описание применяемой САПР;
- разработка твердотельных моделей деталей;
- создание сборки;
- разработка чертежей деталей и сборочного чертежа;
- заключение;
- список литературы;
- приложения.

Общий объем графической части зависит от выданного задания.

### **3. Рекомендации к выполнению разделов пояснительной записки**

#### **Титульный лист**

Титульный лист является первой страницей курсовой работы и оформляется по установленной форме, представленной в приложении 1. Титульный лист не нумеруется.

#### **Содержание**

В содержании приводятся все разделы и подразделы курсовой работы, пронумерованные арабскими цифрами, и указываются страницы, с которых они начинаются.

#### **Введение**

Во введении указывается цель проекта, его связь с задачами машиностроения, рассматриваются пути решения проблем разработки твердотельных моделей деталей.

#### **Теоретический вопрос**

Теоретический вопрос выбирается из приложения 2 в соответствии с выданным вариантом задания.

#### **Описание назначения изделия и условий его эксплуатации**

При описании назначения изделия и условий его эксплуатации анализируется сборочный чертеж из задания, обращается внимание на конструкцию деталей, качественно-точностные характеристики, назначаемые на отдельные поверхности. Исходя из этого анализа, даются и обосновываются предположения по общему назначению детали и условиям ее эксплуатации.

Также рекомендована следующая последовательность чтения сборочного чертежа изделия:

- по описанию определить назначение каждой детали, положение ее на чертеже;
- установить способы соединения деталей между собой и их взаимодействия;
- последовательно для каждой детали, входящей в сборочную единицу, определить конструкцию;
- определить порядок сборки и разборки изделия.

## **Описание применяемой САПР**

При описании применяемой САПР анализируется актуальность применяемой САПР, ее возможности для выполнения задач курсового проекта, а также достоинства и недостатки при сравнении с аналогами

### **Разработка твердотельных моделей деталей**

В данном разделе необходимо представить алгоритм создания твердотельных моделей деталей, входящих в сборочную единицу. Твердотельные модели должны быть выполнены наиболее рациональным способом, все эскизы должны быть параметризованы. Все твердотельные модели должны соответствовать ГОСТ 2.052-2015 «Единая система конструкторской документации. Электронная геометрическая модель изделия. Общие положения».

### **Создание сборки**

Сборка – это трехмерная модель, объединяющая модели деталей, входящих в узел. При написании данного раздела необходимо указать тип сборки, ее последовательность, а также основные используемые сопряжения.

### **Разработка чертежей деталей и сборочного чертежа**

Рабочий чертеж должен содержать необходимое количество изображений и размеров, определяющих форму детали. Изображения должны с наибольшей выразительностью и в удобном масштабе передавать формы наружных и внутренних поверхностей детали. Рабочий чертеж детали, независимо от ее конструктивного и технологического вида, должен удовлетворять общим требованиям, установленным стандартами ЕСКД.

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки и контроля. Каждый сборочный чертеж сопровождается спецификацией.

Сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу;
- сведения, обеспечивающие возможность контроля сборки;
- указания о способе выполнения неразъемных соединений;
- номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- габаритные размеры, определяющие предельные внешние очертания изделия;

- установочные размеры, по которым изделие устанавливается на место монтажа;
- присоединительные размеры, по которым изделие присоединяется к другим изделиям.

При выполнении сборочного чертежа обычно применяются разрезы и сечения, раскрывающие форму и расположение деталей, входящих в изделие. В основной надписи сборочного чертежа к шифру добавляется «СБ», а ниже названия узла добавляется текст - «Сборочный чертеж».

### **Заключение**

Заключение должно содержать:

- краткие выводы по выполнению задания на курсовой проект;
- оценку полноты решения поставленных задач;

### **Список литературы**

Список литературы должен содержать сведения об источниках, использованных при выполнении курсовой работы. Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок в тексте курсовой работы. нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа.

Описание источников осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003.



#### **4. Оформление пояснительной записки**

Курсовая работа должна быть выполнена в печатном виде на одной стороне листа белой бумаги формата А4 по ГОСТ 9327- 60 (210x297 мм).

Допускается представлять иллюстрации и таблицы на листах формата А3 в виде приложений.

Текст курсовой работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей:

- правое-10 мм;
- левое - 20 мм:
- верхнее - 20 мм:
- нижнее-10 мм:

Набор текста в редакторе должен удовлетворять следующим требованиям: шрифт Times New Roman, кегль 14. цвет шрифта -черный, межстрочный интервал - 1.5. Текст должен быть отформатирован по ширине страницы с применением автоматического переноса слов, первая строка с абзацным отступом 1.25 см.

Страницы курсовой работы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту, включая приложения. Номер страницы проставляют в центре нижней части страницы без точки.

Титульный лист включается в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

Текст курсовой работы должен быть выполнен с соблюдением общих требований, установленных ГОСТ 2.105 - 95 к текстовым документам.

В тексте курсовой работы не допускается:

- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы),
- применять сокращения слов, кроме установленных ГОСТ 7.12-93, а также правилами русской орфографии:
- применять обозначения нормативных документов (ГОСТ. ОСТ. СТП), технических условий (ТУ) и других документов без регистрационного номера;
- представлять данные о свойствах веществ и материалов с отступлением от ГОСТ 7.54 - 88. единицы физических величин - с отступлением от ГОСТ 8.417 - 2002:

Иллюстрации следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые или на следующей странице.

Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией или нумерацией в пределах раздела.

*Пример. Рисунок 1 или Рисунок 1.1*

Иллюстрации могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование (без точки в конце) располагают по центру строки и помещают после пояснительных данных

*Пример. Рисунок 1 - Детали прибора*

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах ПЗ, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Подразделы могут иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

Введение и заключение не нумеруются как разделы.

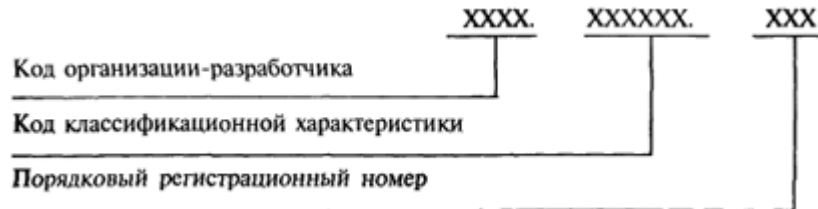
Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Каждый раздел ПЗ рекомендуется начинать с нового листа.

## 5. Оформление графической части

Графическая часть должна выполняться в строгом соответствии с ЕСКД, в частности ГОСТ 2.109-73 «Основные требования к чертежам».

В соответствии с ГОСТ 2.201-80 «Обозначение изделий и конструкторских документов» устанавливается следующая структура обозначения изделия и основного конструкторского документа:



В коде документа должно быть не более четырех знаков, включая номер части документа.

*Пример: АВГБ.061341.021СБ*

В графической части курсовой работы должны быть представлены рабочие и изометрические чертежи деталей, сборочный чертёж со спецификацией.

Рабочие чертежи на бумажном носителе (в бумажной форме) и электронные чертежи должны быть выполнены на основе твердотельной модели детали и сборочной единицы.

Точный объем графической части и форматы листов, на которых выполняются отдельные чертежи, согласовываются с руководителем проекта перед началом их выполнения.

## **6. Порядок защиты курсовой работы**

Выполненная курсовая работа сдается на проверку руководителю, который принимает решение о допуске её к защите. Работа со значительными ошибками и замечаниями возвращается обучающемуся на доработку.

При защите курсовой работы обучающийся, защищающий курсовую работу, делает сообщение о проделанной работе продолжительностью 5-10 минут, где излагает основные требования и пути реализации задания, описываются решения, применённые обучающимся при разработке проблемных вопросов темы.

При изложении материала обучающийся должен продемонстрировать:

- умение кратко, чётко и технически грамотно излагать содержание выполненной и представленной на защиту курсовой работы;
- умение обосновать выбранный алгоритм построения твердотельной модели, связанный с устройством, технологией, геометрией детали и т. д.;
- владение теоретическим материалом по тематике курсовой работы.

После сообщения обучающийся отвечает на вопросы, касающиеся темы курсовой работы.

По результатам защиты курсовой работы обучающемуся выставляется оценка в традиционной системе фиксации качества выполненной работы или количество баллов при использовании балльно-рейтинговой системы.

При оценке курсового проекта учитывается полнота и правильность его выполнения, глубина проработки, соответствие требованиям ЕСКД, самостоятельность выполнения, знание основного теоретического материала, умение студента защищать свои технические решения.

## Заключение

В методических указаниях даны теоретические сведения и описаны практические действия, необходимые для освоения методики разработки чертежей и твердотельных моделей.

## Список рекомендуемой литературы

1. Большаков В. П. Инженерная и компьютерная графика. Практикум. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 592 с.: ил. ISBN 5-94157-479-7
2. Стриганова, Л. Ю. Основы работы в КОМЕІАС-3D: практикум/Л. Ю. Стриганова, Н. В. Семенова ; [под общ. ред. Н. В. Семеновой]; Мин-во науки и высшего образования РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал, ун-та, 2020. — 156 с. ISBN 978-5-7996-2991-5
3. Конакова, И. П. Основы оформления конструкторской документации: учеб.-метод. пособие / И.П. Конакова, Э.Э. Истомина, В.А. Белоусова.— Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та, 2014. — 74 с. — ISBN 978-5-7996-1152-1.
4. Попова Г. Н. Машиностроительное черчение : справочник / Г. Н. Попова, С. Ю. Алексеев. — 5-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Политехника, 2011. - 478 с. - ISBN 978-5-7325-0993-9.
5. Новокшенов С.Л. Компьютерная графика: учеб, пособие [Электронный ресурс]. - Электрон, текстовые и граф, данные (6,4 Мб) / С.Л. Новокшенов, Д.М. Черных. - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017.
6. Компьютерная графика: методические указания к выполнению лабораторных и практических работ по дисциплине «Компьютерная графика» направления 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» студентами всех форм обучения/ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»: сост.: Д. М. Черных, Воронеж: Изд-во ВГТУ. 2021. 40 с.

## Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ И АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
КАФЕДРА «АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Компьютерная графика»  
по теме «Разработка твердотельных моделей деталей»

Вариант №\_\_

Руководитель курсовой работы

\_\_\_\_\_

Выполнил студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Воронеж 2021

### Список теоретических вопросов

1. Роль и место компьютерной графики и геометрического моделирования в современном машиностроении.
2. Определение векторной и растровой графической модели.
3. Особенности сплайнов Безье и NURBS.
4. Определения геометрической аппроксимации и интерполяции.
5. Определение и классификация способов параметризации.
6. Классификация ядер геометрического моделирования.
7. Основные стадии и процедуры КТПП.
8. Классификация САПР по назначению. Отличительные особенности САПР изделий машиностроения.
9. Понятие интегрированной САПР. PDM — системы и PLM - решения.
10. Структура, состав и компоненты автоматизированных систем.
11. Определение САПР и структура САПР. Комплекс средств обеспечения АПР.
12. Программные комплексы и подсистемы машиностроительных САПР
13. Программное обеспечение САПР. Классификация программных средств САПР по назначению. Примеры машиностроительных САПР.
14. Цели и задачи внедрения САПР на предприятиях машиностроения.
15. Электронная модель и Электронный технический документ. Назначение и принцип действия электронной подписи.
16. Математическое обеспечение САПР. Теория оптимального проектирования. Задачи структурного синтеза и параметрической оптимизации.
17. Жизненный цикл (ЖЦ) продукции машиностроения. Роль и место конструкторско-технологической подготовки (КТПП) в ЖЦ изделий.
18. Концепция комплексной автоматизации ЖЦ продукции как тенденция современного развития компьютерных технологий в машиностроении.
19. Компьютерные технологии автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП).
20. Классификация и примеры САД/САМ/САЕ/САРР – систем.
21. Системный подход к построению и описанию прикладных автоматизированных систем на примере САПР.

22. CAE – системы. Принятие проектных решений на основе результатов компьютерного анализа.

23. Использование технологий и систем инженерного анализа на ранних этапах КТПП.

24. CAD- системы. Компьютерные технологии и средства автоматизации проектно-конструкторских работ.

25. Ассоциативные виды. Использование 3D – моделей для автоматизации разработки проектно-конструкторской документации.

26. Использование компьютерных моделей для автоматизации процессов технологической подготовки производства.

27. Понятие о параметризации геометрических моделей и технологии ее применения.

28. Использование информационного обеспечения САПР для автоматизации КТПП. Прикладные библиотеки и базы данных.

29. Понятие о PLM –системе. Понятие и свойства единого информационного пространства (ЕИП).

30. CALS технологии. PDM –системы. Компьютерные технологии управления инженерными данными.



## Оглавление

Введение .....	3
1. Цель и задачи курсового проектирования.....	4
2. Тематика и содержание курсовой работы .....	5
3. Рекомендации к выполнению разделов пояснительной записки....	6
4. Оформление пояснительной записки .....	9
5. Оформление графической части .....	11
6. Порядок защиты курсовой работы .....	12
Заключение.....	13
Список рекомендуемой литературы.....	13
Приложение 1 .....	14
Приложение 2 .....	15

# **КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению курсовой работы по дисциплине  
«Компьютерная графика в машиностроении»  
для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств» (профили «Технология  
машиностроения», «Металлообрабатывающие станки и комплексы»,  
«Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного  
производства») всех форм обучения

**Составитель**

**Черных Дмитрий Михайлович**

В авторской редакции

Подписано к изданию 01.12.2021.

Уч.-изд. л. 1,1.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический  
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14