

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Национальный исследовательский университет «Московский  
институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР



*А.Г. Балашов*  
А.Г. Балашов

*марта*

20 *25*

## **ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

### **«Основы САПР Компас 3D»**

Программа разработана в Передовой инженерной школе  
«Технологии проектирования и производства электронной компонентной базы»

Москва – 2025

## **1. Цель реализации программы**

Целью реализации программы повышения квалификации является освоение твердотельного моделирования в отечественном САПР Компас-3D, формирование знаний и умений, необходимых при проектировании различных технических систем (модулей и блоков радиоэлектронной аппаратуры, технологического оборудования, узлов роботизированных систем), а также для разработки конструкторской документации.

## **2. Характеристика профессиональной деятельности и (или) квалификации**

Научный проект ПИШ, в котором востребованы компетенции, сформированные в результате обучения по программе – «Разработка автоматизированной системы управления установки электронно-лучевой литографии».

Области профессиональной деятельности: производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования.

Программа разработана в соответствие с трудовыми функциями (ТФ) профстандарта 29.015 «Специалист по конструированию радиоэлектронных средств»:

ОТФ А. Разработка радиоэлектронных средств, выполненных на основе базовой несущей конструкции второго уровня с низкой плотностью компоновки элементов:

- А/01.5. Конструирование блоков с низкой плотностью компоновки элементов;

- А/02.5. Разработка конструкторской документации с низкой плотностью компоновки элементов.

ОТФ В. Разработка радиоэлектронных средств, выполненных на основе базовой несущей конструкции первого и третьего уровней с низкой плотностью компоновки элементов и второго уровня с высокой плотностью компоновки элементов:

- В/01.6 Конструирование шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат;

- В/02.6 Разработка конструкторской документации на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов, блоки с высокой плотностью компоновки элементов и пассивные объединительные печатные платы.

Укрупненная группа специальностей: 11.00.00.

Квалификация: не присваивается

### **3. Требования к результатам обучения**

Формируемая профессиональная компетенция – способен применять трехмерное моделирование, современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации.

В результате освоения данной программы слушатель должен:

#### ***знать:***

- интерфейс САПР Компас-3D для использования необходимых функций и их реализации при построении и изменении твердотельных 3D-моделей;
- интерфейсы сред построения эскизов и различных функций твердотельного проектирования для их использования при создании и корректировке 3D-моделей в САПР Компас-3D;
- принципы построения твердотельных 3D-моделей, использующиеся для их создания и последующей корректировке в САПР Компас-3D;
- интерфейс и функционал среды для создания и изменений моделей сборок из моделей деталей;
- интерфейс и функции чертежных модулей для создания чертежей деталей, сборочных чертежей и спецификаций в соответствии с нормативной документацией.

#### ***уметь:***

- создавать эскизы как на поверхностях, так и на опорных плоскостях для построения твердотельной геометрии и корректировать ранее созданные эскизы;
- использовать наборы различных функций для создания твердотельной геометрии при построении 3D-моделей в САПР Компас-3D;
- использовать различные функции при создании моделей сборок для их построения и последующей корректировке;
- работать с чертежным модулем САПР Компас-3D.

#### ***иметь практический опыт:***

- построения и корректировки эскизов;
- использования различных функций САПР Компас-3D для создания и изменения твердотельной геометрии;
- построения и корректировки моделей сборок в САПР Компас-3D;
- создания и внесения изменений в конструкторскую документацию.

#### 4. Содержание программы

**Учебный план  
программы повышения квалификации  
«Основы САПР Компас-3D»**

Категория слушателей – студенты, сотрудники предприятий, профессиональной деятельностью которых является разработка радиоэлектронных средств различного функционального назначения (инженер-конструктор, инженер-технолог и другие инженеры).

Срок обучения – 72 ак. часа.

Форма обучения – очная и/или с использованием дистанционных образовательных технологий.

| №<br>п/п | Наименование<br>разделов/модулей                                                                                                                                                           | Всего,<br>час | В том числе<br>аудиторных | Самостоятельная<br>работа                                   |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                                                            |               | Лабораторные<br>занятия   |                                                             |
| 1        | Создание деталей.<br>Освоение различных<br>функций для создания<br>твердотельной<br>геометрии в САПР<br>Компас-3D                                                                          | 20            | 8                         | 12<br>(изучение<br>материала и<br>подготовка к<br>занятиям) |
| 2        | Создание сборочных<br>единиц в САПР Компас-<br>3D. Применение<br>массивов внутри сборок.<br>Редактирование деталей<br>и перестроение сборок<br>по результату<br>изменений                  | 20            | 8                         | 12<br>(изучение<br>материала и<br>подготовка к<br>занятиям) |
| 3        | Разработка<br>конструкторской<br>документации САПР<br>Компас-3D. Основы<br>разработки и<br>оформления КД на<br>детали и сборочную<br>единицу. Оформление<br>автоматической<br>спецификации | 20            | 8                         | 12<br>(изучение<br>материала и<br>подготовка к<br>занятиям) |
| 4        | Итоговая аттестация                                                                                                                                                                        | 12            | 6                         | 6<br>(подготовка к<br>аттестации)                           |
|          | <b>Всего:</b>                                                                                                                                                                              | <b>72</b>     | <b>30</b>                 | <b>42</b>                                                   |

**Учебно-тематический план  
программы повышения квалификации  
«Основы САПР Компас 3D»**

| №        | Наименование модулей<br>и микромодулей                                                                                                                                   | Всего,<br>час | В том числе<br>аудиторных | Самосто-<br>ятельная работа |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------|
|          |                                                                                                                                                                          |               | Лабораторные<br>занятия   |                             |
| <b>1</b> | <b>Создание деталей. Освоение различных функций для создания твердотельной геометрии в САПР Компас-3D</b>                                                                | <b>20</b>     | <b>8</b>                  | <b>12</b>                   |
| 1.1      | Построение детали посредством стандартных и продвинутых функций построения твердотельной геометрии                                                                       | 10            | 4                         | 6                           |
| 1.2      | Построение детали при помощи библиотеки конструктивных элементов                                                                                                         | 10            | 4                         | 6                           |
| <b>2</b> | <b>Создание сборочных единиц в САПР Компас-3D. Применение массивов внутри сборок. Редактирование деталей и перестроение сборок по результату изменений</b>               | <b>20</b>     | <b>8</b>                  | <b>12</b>                   |
| 2.1      | Создание модели сборки, использование сопряжений для сравнения разработанных деталей                                                                                     | 10            | 4                         | 6                           |
| 2.2      | Создание модели сборки с использованием библиотеки стандартных изделий и продвинутых команд, таких как массив по образцу                                                 | 10            | 4                         | 6                           |
| <b>3</b> | <b>Разработка конструкторской документации в САПР Компас-3D. Основы разработки и оформления КД на детали и сборочную единицу. Оформление автоматической спецификации</b> | <b>20</b>     | <b>8</b>                  | <b>12</b>                   |
| 3.1      | Создание детализировки для детали                                                                                                                                        | 10            | 4                         | 6                           |

|     |                                                           |           |           |           |
|-----|-----------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 3.2 | Создание сборочного чертежа для сборочной модели          | 6         | 2         | 4         |
| 3.3 | Создание автоматической спецификации для сборочной модели | 4         | 2         | 2         |
| 4   | <b>Итоговая аттестация в форме зачета</b>                 | 12        | 6         | 6         |
|     | <b>Всего:</b>                                             | <b>72</b> | <b>30</b> | <b>42</b> |

**Учебная программа  
программы повышения квалификации  
«Основы САПР Компас-3D»**

**Модуль 1. Создание деталей. Освоение различных функций для создания твердотельной геометрии в САПР Компас-3D (20 часов)**

***Микромодуль 1.1** Построение детали посредством стандартных и продвинутых функций построения твердотельной геометрии:*

- Создание примитивных эскизов. Простановка размеров и связей для закрепления эскизов. Понятия завершенный/незавершенный эскиз;
- Использование функций вытягивания/выреза для построения твердотельной геометрии.

***Микромодуль 1.2** Построение детали при помощи библиотеки конструктивных элементов:*

- Использование функций библиотеки простых конструктивных элементов;
- Создание детали при помощи метода «Восстановительный расчет»;
- Сопоставление полученных значений геометрических параметров со значениями по ГОСТ;
- Особенности геометрического расчета при построении детали;
- Задание итоговых параметров и создание детали.

**Модуль 2. Создание сборочных единиц в САПР Компас-3D. Применение массивов внутри сборок. Редактирование деталей и перестроение сборок по результату изменений (20 часов)**

***Микромодуль 2.1** Создание модели сборки, использование сопряжений для сравнения разработанных деталей:*

- Создание модели сборки. Обзор функционала среды;
- Добавление компонентов в модель сборки. Создание связей компонентов.

***Микромодуль 2.2** Создание модели сборки с использованием библиотеки стандартных изделий и продвинутых команд, таких как массив по образцу:*

- Создание модели сборки с использованием элементов стандартных изделий (винты, шайбы);
- Внесение изменений в сборочную модель.
- Создание массивов внутри моделей сборок;
- Работа с библиотекой стандартных элементов.

**Модуль 3. Разработка конструкторской документации САПР Компас-3D. Основы разработки и оформления КД на детали и сборочную единицу. Оформление автоматической спецификации (20 часов)**

***Микромодуль 3.1** Создание детализовки для детали:*

- Создание чертежа. Изучение интерфейса чертёжного модуля;
- Создание главных, проекционных, выносных и местных видов на поле чертежа;
- Простановка размеров с помощью различных функций;
- Создание замечаний, допусков, указаний, технических требований и шероховатостей на поле чертежа.

***Микромодуль 3.2** Создание сборочного чертежа для сборочной модели:*

- Создание сборочного чертежа. Работа с шаблонами и форматами чертежа;
- Создание различных видов. Простановка габаритных и присоединительных размеров, замечаний и указаний;
- Размещение позиций на сборочном чертеже. Особенность работы с групповыми позициями.

***Микромодуль 3.3** Создание автоматической спецификации для сборочной модели:*

- Знакомство с интерфейсом. Создание спецификации;
- Установка взаимосвязей с моделью сборки;
- Подготовка спецификации, выбор шаблонов и форматов;
- Установка взаимосвязей со сборочным чертежом.

**Перечень практических занятий**

Практические занятия не предусмотрены.

### Перечень лабораторных работ

| № модуля программы | № лабораторной работы | Объем занятий, часы | Наименование работы                                                                                                      |
|--------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                  | 1                     | 4                   | Построение детали посредством стандартных и продвинутых функций построения твердотельной геометрии                       |
|                    | 2                     | 4                   | Построение детали при помощи библиотеки конструктивных элементов                                                         |
| 2                  | 3                     | 4                   | Создание модели сборки, использование сопряжений для сравнения разработанных деталей                                     |
|                    | 4                     | 4                   | Создание модели сборки с использованием библиотеки стандартных изделий и продвинутых команд, таких как массив по образцу |
| 3                  | 5                     | 4                   | Создание детализировки для детали                                                                                        |
|                    | 6                     | 4                   | Создание сборочного чертежа и автоматической спецификации для сборочной модели                                           |

### 5. Материально-технические условия реализации программы

| Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий    | Вид занятия            | Наименование оборудования, программного обеспечения                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и доступом в интернет | Лабораторные работы    | 1. Аппаратное обеспечение:<br>Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», мультимедийное оборудование, демонстрационный экран.<br>2. Программное обеспечение:<br>- операционная система Windows;<br>- Microsoft Office;<br>- Adobe Reader;<br>- Браузер;<br>- САПР Компас-3D. |
| Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и доступом в интернет | Самостоятельная работа |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Компьютерный класс с мультимедийным комплексом                       | Итоговая аттестация    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

## **6. Учебно-методическое обеспечение программы**

### **Основная литература:**

1. Трехмерное геометрическое моделирование робототехнических конструкций [Текст]: Учебно-методическое пособие / Н.С. Махонин [и др.]. - М.: МИЭТ, 2018 - 80 с. - Имеется электронная версия издания. - б.ц., 50 экз.
2. Компьютерная графика в САПР: Учебное пособие / А.В. Приемышев [и др.] – СПб.: Изд-во «Лань», 2017 – 196с.: ил. – URL: <https://e.lanbook.com/book/90060> (дата обращения: 13.02.2025)
3. Иванова Н.Ю. Инструментальные средства конструкторского проектирования электронных средств: учебное пособие / Н.Ю. Иванова, Е.Б. Романова. – СПб.: НИУ ИТМО, 2013 – 121с. [http://books.ifmo.ru/book/935/instrumentalnye\\_sredstva\\_konstruktorskogo\\_proektirovaniya\\_elektronnyh\\_sredstv.htm](http://books.ifmo.ru/book/935/instrumentalnye_sredstva_konstruktorskogo_proektirovaniya_elektronnyh_sredstv.htm) (дата обращения: 13.02.2025)

## **7. Методические рекомендации**

Работа проводится по следующей схеме:

- Каждое занятие начинается с ознакомления с теоретическими основами темы занятия. Слушатель открывает изучаемый в настоящий момент модуль занятия и знакомится с теоретической частью.

- Лабораторные работы включают в себя выполнение задания, представленного в модулях дисциплины. Слушатель должен самостоятельно выполнить поставленное задание. Готовое задание слушатель показывает/пересылает по электронной почте на проверку преподавателю. Преподаватель проверяет задание, задает/высылает проверочные вопросы и отмечает выполнение модуля.

## **8. Оценка качества освоения программы**

Текущий контроль состоит из проверки знаний слушателей методом опроса на контрольные вопросы по материалам лабораторных работ и из оценивания выполнения заданий лабораторных работ (соблюдение требований по построению эскиза, моделей детали и моделей сборки). Проверка знаний и оценивание выполнения заданий проводится после завершения выполнения каждой из лабораторных работ в рамках процедуры защиты заданий.

После выполнения лабораторных работ, обучающиеся проходят итоговую аттестацию в форме зачета. Для получения зачета необходимо защитить все лабораторные работы, выполнить контрольное задание и набрать не менее 60 баллов.

Перечень контрольных мероприятий, критерии оценивания и максимальные баллы за их выполнения приведены ниже в таблице. Примеры контрольных вопросов (для защиты лабораторных работ) и заданий (для итоговой аттестации) приведены в Приложении №1 и Приложении №2 к рабочей программе.

| Наименование КМ                  | Критерий оценивания                      | Условия начисления баллов                                                                                                                                | Количество баллов                      |
|----------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Защита лабораторной работы №1-№6 | Знание теории                            | Верные ответы на 100% вопросов                                                                                                                           | 5 (за одну лабораторную)<br>Всего 30   |
|                                  |                                          | Наличие половины верных ответов                                                                                                                          | 2,5 (за одну лабораторную)<br>Всего 15 |
|                                  |                                          | Ни одного верного ответа                                                                                                                                 | 0                                      |
|                                  | Успешное завершение заданий лабораторных | Модели и КД созданы в соответствии с представленным методическим описание лабораторной (завершены эскизы, заданы все размеры, выбрана нужная ориентация) | 5 (за одну лабораторную)<br>Всего 30   |
|                                  |                                          | Модели и КД созданы с неточностями                                                                                                                       | 2,5 (за одну лабораторную)<br>Всего 15 |
|                                  |                                          | Модели и КД не созданы                                                                                                                                   | 0                                      |
|                                  |                                          |                                                                                                                                                          |                                        |
| Итоговая аттестация              | Успешное                                 | Модели и КД                                                                                                                                              | 40                                     |

|  |                                       |                                                                          |    |
|--|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----|
|  | завершение<br>контрольного<br>задания | созданы в<br>соответствии с<br>представленным<br>контрольным<br>заданием |    |
|  |                                       | Модели и КД<br>созданы с<br>неточностями                                 | 20 |
|  |                                       | Модели и КД не<br>созданы                                                | 0  |

Программа считается освоенной, если обучающийся набрал более 60 баллов.

#### Составитель программы

Доцент института НМСТ



П. Н. Разживалов

#### Согласовано:

Директор ДРОП



Н.Ю. Соколова

Руководитель НИЛ  
«САПР микроэлектроники»



С.В. Гаврилов

Директор Института НМСТ



С.П. Тимошенко

## ПРИЛОЖЕНИЕ №1

### Примеры вопросов для защиты лабораторных работ:

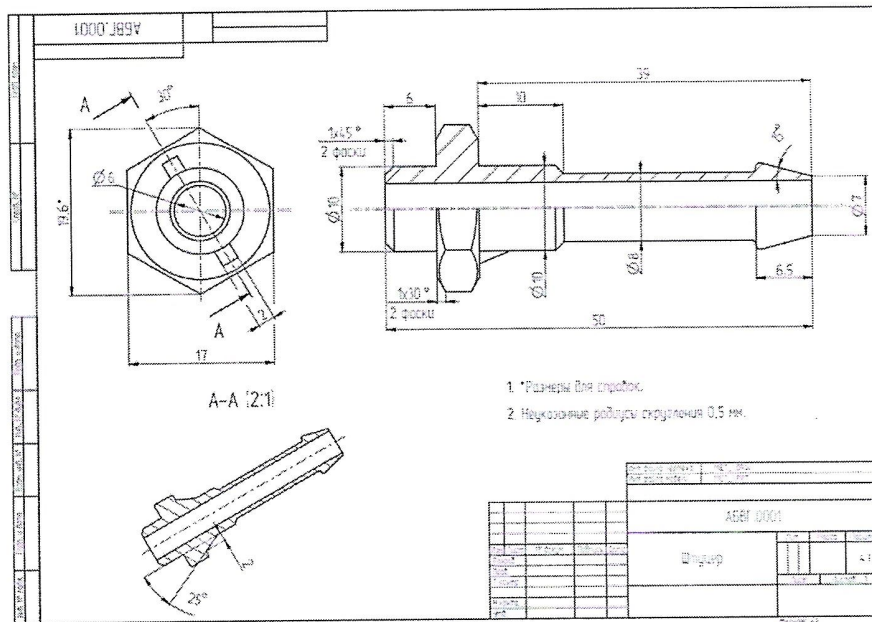
1. Что такое внутренний эскиз?
2. Что такое внешний эскиз?
3. Что такое вложенные опорные элементы?
4. Что такое протягивание с открытой траекторией?
5. Что такое протягивание с закрытой траекторией?
6. Какой метод применяется для создания модели, которая содержит различные переменные поперечные сечения?
7. Что такое соосные отверстия?
8. Что такое линейные отверстия?
9. Какие виды можно выбрать для детали при размещении на чертеже?
10. Что значит активный вид в чертеже? Когда его нужно активировать и зачем?
11. Какой командой (в какой вкладке) проставляются осевые линии на видах чертежа?
12. При помощи какой команды проставляются размеры на чертеже?
13. Что такое групповой размер или размер объединенный в Группу?
14. При написании технических требований в чертеже должен ли быть активным один из видов модели на чертеже? Если да, то какой?

## ПРИЛОЖЕНИЕ №2

### ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

#### Вариант №1

«Создайте модель и электронный чертеж в САПР Компас-3D в соответствии с представленными исходными данными – см. рисунок бумажного чертежа»



#### Вариант №4

«Создайте модель и электронный чертеж в САПР Компас-3D в соответствии с представленными исходными данными – см. рисунок бумажного чертежа»

