

**Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**



**ПРОГРАММА**  
**вступительного экзамена в магистратуру**  
**по специальности 1-39 80 03 Электронные системы и технологии**  
**по учебной дисциплине «Информационные технологии проектирования**  
**электронных устройств»**

Минск 2019

Программа вступительного экзамена составлена на основании типовых учебных и учебных программ по дисциплинам: «Проектирование электронных модулей, устройств и систем», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 29.07.2016 №ТД–І.1372/тип; «Программное обеспечение инженерного моделирования физических процессов», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 29.07.2016, регистрационный №ТД–І.1374 /тип.; «Информационные технологии проектирования электронных устройств», утвержденной Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» 24.06.2016, регистрационный № УД–1-558/уч

#### СОСТАВИТЕЛИ:

**В.Ф. Алексеев** – канд.техн.наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**С.А. Ефименко** – канд.техн.наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», главный конструктор ОАО «ИНТЕГРАЛ»;

**П. В. Камлач** – канд.техн.наук, доцент кафедры кафедрой электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**Д.В. Лихачевский** – декан факультета компьютерного проектирования, канд.техн.наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**С. И. Мадвейко** – заведующий кафедрой электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», канд.техн.наук, доцент;

**В.Е. Матюшков** – первый заместитель директора, главный инженер ОАО «КБТЭМ-ОМО», д-р техн. наук, профессор кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**Г.А. Пискун** – канд.техн.наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

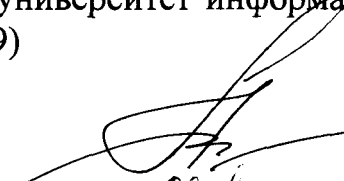
**В.В. Хорошко** – заведующий кафедрой проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», канд.техн.наук, доцент;

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол №17 от 8.04.2019)

Кафедрой электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 16 от 01.04.2019)

Декан ФКП

 Д.В. Лихачевский

Заведующий кафедрой ЭТТ

 С. И. Мадвейко

Заведующий кафедрой ПИКС

 В.В. Хорошко

## **Дисциплина «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ»**

### **Раздел 1. МЕТОДОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

#### **Тема 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

Краткий обзор и основные тенденции развития информационных технологий проектирования электронных устройств. Последние достижения в области автоматизированного проектирования. Основные характеристики информационных систем проектирования электронных устройств. Особенности проектирования конструкций, связанные с применением систем автоматизированного проектирования. Общая характеристика прикладного программного обеспечения информационных технологий проектирования электронных устройств. Жизненный цикл изделия и CALS-технологии. Комплексная автоматизация проектирования, производства и эксплуатации электронных устройств. Взаимосвязь основных систем автоматизации в рамках интегрированных производственных комплексов.

#### **Тема 2. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ**

Методы теории графов. Формальное описание коммутационных схем с помощью гиперграфов и матриц цепей и инцидентности. Основные модели представления коммутационной схемы электронных устройств. Основы теории алгоритмов. Математическая модель электронной схемы и монтажного пространства.

### **Раздел 2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

#### **Тема 3. АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ЗАДАЧ КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

Основные классы задач математического программирования. Линейное программирование. Математическая формулировка. Транспортная задача. Задача о назначениях. Венгерский метод. Нелинейное программирование. Математическая формулировка. Прикладные задачи. Целочисленное программирование. Математическая формулировка. Прикладные задачи. Методы статистической оптимизации. Динамическое программирование.

Компоновка типовых элементов конструкций. Последовательные алгоритмы разрезания схем. Итерационные алгоритмы компоновки. Алгоритмы покрытия. Алгоритмы размещения. Классификация. Алгоритмы линейного назначения. Итерационные алгоритмы. Алгоритмы парных перестановок. Алгоритмы случайного поиска и случайного блуждания. Эвристические ал-

горитмы. Непрерывно-дискретные алгоритмы. Алгоритмы, использующие дискретные методы оптимизации.

Алгоритмы трассировки проводных и печатных соединений. Волновой алгоритм Ли. Метод встречной волны. Лучевой алгоритм трассировки. Эвристические алгоритмы трассировки. Алгоритмы трассировки на основе нейронных сетей. Особенности использование алгоритмов трассировки в современных пакетах автоматизированного проектирования электронных устройств.

#### Тема 4. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Требования к моделям, используемым при решении типовых задач конструкторско-технологического проектирования электронных устройств. Типовые математические модели и алгоритмы автоматизированного проектирования технологических процессов (ТП). Функциональные и структурные модели технологических процессов изготовления электронных устройств. Структурно-логические модели ТП. Табличные модели. Сетевая форма описания ТП. Алгоритм проектирования ТП с использованием сетевой модели. Перестановочная форма описания ТП. Алгоритм проектирования ТП с использованием перестановочной модели. Индивидуальный и обобщенный технологические маршруты. Алгоритм синтеза технологического маршрута из обобщенного ТП.

Типовые решения в САПР технологических процессов. Виды технологических процессов. Методики автоматизированного проектирования технологического процесса. Метод прямого проектирования. Метод анализа. Метод синтеза в САПР технологических процессов.

#### Тема 5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Постановка задачи проектирования оптимального ТП. Виды оптимизации ТП. Структурная оптимизация ТП. Параметрическая оптимизация ТП. Задачи оптимизации в подсистемах САПР электронных устройств. Основные критерии оптимальности. Способы поиска оптимальных решений. Прикладные задачи оптимизации.

#### Тема 6. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Информационные модели данных. Общая структура и характеристика информационного обеспечения в САПР ТП. Основные типы и структуры данных. Логическое и физическое представление данных. Логические структуры данных. Физическая организация данных. Принципы организации банков данных. Системы управления банками данных.

## Тема 7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Состав технических средств САПР электронных устройств. Перспективы развития методов, алгоритмов и подсистем автоматизированного проектирования конструкций и технологических процессов производства электронных устройств.

## Тема 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Информационные модели данных. Общая структура и характеристика информационного обеспечения в САПР ТП. Основные типы и структуры данных. Логическое и физическое представление данных. Логические структуры данных. Физическая организация данных. Принципы организации банков данных. Системы управления банками данных.

## Раздел 3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

### Тема 9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИБЛИОТЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ И ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Структура библиотек элементов. Создание символов (УГО), посадочных мест и компонентов на их основе. Типы компонентов. Типы библиотек.

### Тема 10. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

Работа с редактором схем Schematic. Методика проектирования электрических схем. Электрические цепи и применение шин в схеме. Создание многостраничных проектов. Проверка электрической схемы. Особенности получения конструкторско-технологической документации. Вывод данных на печать.

### Тема 11. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Структура слоев печатной платы. Переход от электрической схемы к печатной плате. Описание основных правил проектирования для печатных плат. Решение задач размещения и трассировки соединений. Оптимизация размещения. Ручная и автоматическая трассировка. Области металлизации на печатной плате. Проверка печатных плат. Внесение изменений в проект. Проектирование многослойных печатных плат. Получение комплекта технологической документации. Получение программ и кодов для управления технологическим оборудованием. Формирование трехмерного представления печатных плат. Обмен данными с другими прикладными пакетами проектирования.

## Раздел 4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

### Тема 12. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Геометрическое моделирование и синтез форм деталей. Виды геометрических моделей. Аналитические, алгебрологические, канонические, каркасные, кинематические, геометрические макромодели и их применение при автоматизированном проектировании.

### Тема 13. ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Понятие параметризации. Связь документов детали, сборки и чертежа. Размерные и геометрические ограничения на параметры модели. Эскиз и плоскости построения. Объекты эскиза. Взаимосвязь между объектами эскиза. твердотельные элементы. Конфигурации деталей. Производные детали. проектирование деталей из листового материала. Методы проектирования сборок. сопряжения между деталями. Создание чертежей деталей и сборок. Стандартные виды, ортогональная проекция, вспомогательный, именованный, местный, разъединенный виды, вид по модели. Разрезы. Условные обозначения. Элементы оформления.

### Тема 14. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Прочностной анализ и анализ устойчивости конструкций. Определение собственных частот и форм колебаний элементов конструкции. Тепловой расчет и термоупругий анализ. Параметрическая оптимизация по различным критериям. Моделирование ударных воздействий. Анализ движения механизмов.

## ЛИТЕРАТУРА

### Дисциплина «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ»

1. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник / под ред. А.П. Карпенко; И.П. Норенкова и др. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 240 с.
2. Малюх, В. Н. Введение в современные САПР : Курс лекций / В. Н. Малюх. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 192 с.
3. Мылов, Г. В. Методологические основы автоматизации конструкторско-технологического проектирования гибких многослойных печатных плат /
4. Г. В. Мылов, А. И. Таганов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2014. – 168 с.

5. Муромцев, Ю. Л. Информационные технологии в проектировании радиоэлектронных средств : учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений / Ю. Л. Муромцев [и др.]. – М. : Издательский центр "Академия", 2010. – 384 с.
6. Боровков, А.И. Компьютерный инжиниринг : учеб. пособие / А. И. Боровков [и др.]. — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 93 с.
7. Суходольский, В.Ю. Altium Designer. Проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах / В.Ю. Суходольский. — СПб. : БХВ-Петербург, 2010. – С. 480.
8. Дударева, Н.Ю. SolidWorks 2011 на примерах (+ CD) / Н.Ю. Дударева, С.А. Загайко. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 496 с.
9. Алямовский, А.А. COSMOSWorks. Основы расчёта конструкций в среде SolidWorks / А.А. Алямовский. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 784 с.
10. Падун, Б. С. Перспективы автоматизации технологической подготовки производства / Б. С. Падун, Д. Д. Куликов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2014. – Т. 57, № 8. – С. 7-11.
11. Помпеев, К. П. Автоматизация процесса проектирования технологий на основе структурного синтеза размерных связей / К. П. Помпеев, В. А. Клевцов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2014. – Т. 57, № 8. – С. 37-40.
12. Суходольский, В.Ю. Altium Designer. Проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах / В.Ю. Суходольский. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 480 с.
13. Система автоматизации технологического проектирования Техно-Про. Версия 5. Руководство пользователя. – М. : ТОП Системы, 2003. – 485 с.
14. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств : учеб. пособие для вузов / О. В. Алексеев [и др.] ; под ред. О. В. Алексеева. – М. : Высш. шк., 2000. – 479 с.
15. Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К. Ли. – СПб. : Питер, 2004. – 560 с.
16. Прохоренко, В. П. Solid Works 2005 : практич. руководство / В. П. Прохоренко. – М. : БИНОМ, 2005. – 512 с.
17. Ткачев, Д. AutoCAD 2005 / Д. Ткачев. – СПб. : Питер, 2005. – 462с.
18. Сабунин, Алексей. Altium Designer 14: обзор новых возможностей / А. Сабунин // Современная электроника. – 2013. – № 9. – С. 64-67.
19. Медведев, А. М. Сборка и монтаж электронных устройств / А. М. Медведев. – М. : Техносфера, 2007. – 256 с.
20. Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / Кунву Ли. – СПб. : Питер, 2004. – 560 с.
21. Пирогова, Е.В. Проектирование и технология печатных плат. Учебник / Е.В. Пирогова. – М. : ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 560 с.
22. Сабунин, А. Altium Designer 2013: новые возможности – шаг навстречу российским пользователям // Современная электроника. – 2013. – № 3. – С. 68-72.



23.Мактас, М. Я. Проектирование печатных плат в САПР Altium Designer : сборник лабораторных работ / М. Я. Мактас, И. М. Бекмухаметов (в 2 ч. ч. 1). – Ульяновск : УлГТУ, 2014. – 56 с.

24.Суходольский В. Ю. Сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах в САПР Altium Designer 6. Часть 1. : Учебное пособие / В. Ю. Суходольский. – СПб. : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2008. – 148 с.