

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
"БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ"

  
УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
 С.К. Дик  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

## ПРОГРАММА

вступительного экзамена в магистратуру по специальностям  
**1-38 80 02 «Оптические и оптико-электронные приборы и  
комплексы»**  
**1-38 80 03 «Приборы, системы и изделия медицинского  
назначения»**  
**1-41 80 02 «Технология и оборудование для производства  
полупроводников, материалов и приборов электронной  
техники»**

Минск 2018

Программа составлена на основании учебных программ дисциплин: «Технология электронно-оптических систем», «Конструирование и технология электронных устройств», «Конструирование электронных средств», «Технология средств медицинской техники», «Технология программно-управляемых электронных средств», «Проектирование программно-управляемых электронных средств» учебных планов специальностей 1-36 04 01 «Программно-управляемые электронно-оптические системы», 1-39 02 03 «Медицинская электроника», 1-39 02 02 «Проектирование и производство программно-управляемых электронных средств».

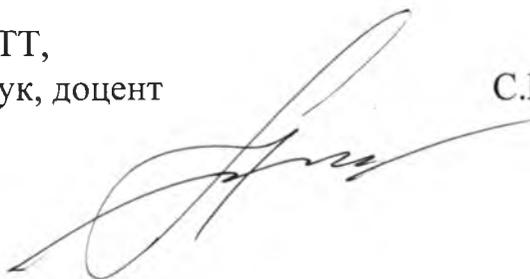
#### СОСТАВИТЕЛИ:

<b>Мадвейко Сергей Игоревич</b>	– кандидат технических наук, доцент
<b>Бордусов Сергей Валентинович</b>	– доктор технических наук, профессор
<b>Ланин Владимир Леонидович</b>	– доктор технических наук, профессор
<b>Камлач Павел Викторович</b>	– кандидат технических наук, доцент

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 12 от «22» 01 2018 г.)

Заведующий кафедрой ЭТТ,  
кандидат технических наук, доцент



С.И. Мадвейко

## Проектирование электронных средств

Определение конструкций электронных средств (ЭС). Классификация ЭС по назначению, объекту установки, условиям применения и конструктивным признакам.

Определение процесса конструирования. Методы активации технического творчества при конструировании: «мозгового штурма», морфологический, диаграмма идей, отбор идей и анализ. Многошаговый синтез через анализ. Принятие решений в условиях неопределенности. Роль конструктора в создании современных радиоэлектронных приборов и систем.

Микроминиатюризация ЭС, как одно из важнейших направлений в конструировании. Качество конструкций, определение, основные характеристики, определение технологичности конструкций.

Методы конструирования ЭС: геометрический, машиностроительный, топологический, моноконструкций, базовый, эвристический, автоматизированного проектирования.

Элементная база ЭС и структура аппаратуры 1, 2, 3, 4 и 5-го поколений. Особенности конструкций электронных модулей и технологии их сборки.

Печатный монтаж: методы автоматизированного конструирования, применяемые в мировой практике. Достоинства и недостатки печатных плат.

Материалы для печатных плат. Комбинированные методы изготовления плат.

Односторонние, двусторонние, многослойные печатные платы. Композиционная проработка печатных плат кассетного типа, открытого типа.

Расположение отверстий на печатных платах. Расчет параметров печатных проводников.

Конструирование микросборок и микроблоков. Эффективность применения микросборок в конструкциях ЭС.

Детали коммутационных и отсчетных устройств. Типовые технические требования. Правила оформления чертежей.

Выбор способа трассировки.

Выбор конструктивных вариантов электрических и механических соединений модулей низшего уровня. Уточнение габаритных и посадочных размеров модулей низшего уровня и определение размеров самого изделия. Разработка ТЗ на конструирование модулей низшего уровня.

Классификация и характеристики механических и акустических воздействий. Влияние их на работоспособность ЭС.

Понятия вибро- и ударопрочности, вибро- и удароустойчивости. Экспериментальные методы их определения. Динамическая модель конструкции. Свободные и вынужденные колебания. Коэффициент динамичности, виброскорость, статический прогиб, коэффициент демпфирования, собственная частота колебаний. Степени свободы.

Вибро- и ударозащита ЭС. Конструктивные способы виброзащиты элементов конструкций. Вибро- и удароизоляция, вибропоглощающие материалы и накопители, способы повышения собственных частот печатных плат.

Амортизация ЭС. Виды амортизаторов и их типы. Расчет эффективности вибро- и удароизоляции блока ЭС большой массы.

Теплообмен в ЭС. Теплопроводность, конвекция, излучение. Электротепловая аналогия, математическое моделирование тепловых режимов конструкций ЭС, тепловая совместимость элементов конструкции. Закон Ома для тепловых схем.

Разработка тепловых схем. Теплообмен при кипении жидкости и конденсации паров. Передача теплоты в ребрах и пластинах.

Системы охлаждения ЭС. Кондуктивные, воздушные, жидкостные, испарительные, комбинированные, на эффекте Пельтье. Эффективность системы охлаждения, принцип работы, конструктивные формы. Расчет конструкции радиаторов.

Особенности конструирования и микроминиатюризации ЭС различного назначения. Особенности разработки конструкций ЭС различного назначения и принципа функционирования. Наземные, бортовые и носимые ЭС. Специфика конструирования цифровых, аналоговых комбинированных узлов и блоков.

Конструкции ЭС с использованием микропроцессоров и микроЭВМ. Мощные ЭС и источники вторичного электропитания.

Конструкции ЭС, использующие принцип обработки, передачи и отображения информации на основе явлений оптоэлектроники. Обеспечение гибкости в проектировании при повышении степени интеграции микросхем. Использование принципов физической интеграции при конструктивной реализации ЭС. Дальнейшее развитие повышения уровня интеграции, новые решения (монтаж на поверхности, крупноформатные подложки, интеграция на целой пластине).

## **Технология электронных средств**

Производственный и технологический процессы, их структура и элементы в соответствии с ЕСТПП. Виды и типы технологических процессов.

Экономичность технологических процессов. Технологическая себестоимость, ее структура и пути снижения. Выбор оптимального варианта техпроцесса по себестоимости.

Производительность технологических процессов. Структура технической нормы времени. Выбор оптимального варианта техпроцесса по производительности. Пути повышения производительности труда.

Технологичность конструкции, основные виды, структура, показатели, методика расчета, автоматизация оценки технологичности конструкции.

Субтрактивные методы изготовления печатных плат (ПП): структура, базовые технологические операции, режимы, оборудование, основные направления совершенствования.

Аддитивные методы изготовления ПП: структура, базовые, технологические операции, режимы, оборудование, пути повышения эффективности.

Технологические процессы изготовления плат на керамическом, металлическом и полиимидном основаниях.

Многослойные ПП: методы изготовления, структура технологических процессов, базовые технологические операции, режимы их выполнения, применяемое оборудование. Контроль качества. Визуализация дефектов.

Групповая монтажная пайка: технологические основы процесса, методы и режимы выполнения, автоматизированное оборудование.

Монтажная сварка: технологические основы процесса, методы и режимы выполнения, автоматизированное оборудование с микропроцессорным управлением.

Входной контроль компонентов и подготовка к монтажу: технико-экономическое обоснование целесообразности входного контроля, типовая структура процесса, основные технологические операции и применяемое автоматизированное оборудование.

Сборка электронных модулей на ДПП и МПП, классификация методов, технология выполнения, автоматизированное оборудование.

Групповая пайка: структура процесса, технология выполнения подготовительных и заключительных операций, автоматизированное оборудование.

Технология отмывки электронных модулей после пайки. Автоматизированное технологическое оборудование. Контроль уровня загрязнений.

Технология монтажа на поверхность плат, основные варианты процессов, особенности подготовки, сборки и монтажа электронных модулей. Программно-управляемое оборудование. Автоматизация процессов.

Технология внутриблочного монтажа с помощью коммутационных плат (тканых, многопроводных).

Технология межблочного жгутового монтажа, обнаружение и поиск неисправностей в ЭС. Поиск неисправностей в цифровых устройствах.

Технология изготовления и сборки волоконно-оптических устройств и оптических дисков, запоминающих устройств, устройств СВЧ.

Технология защиты и герметизации ЭС.

Имитационное моделирование технологических систем: виды моделей, основные показатели, работа моделирующего алгоритма.

Методы обеспечения заданной технологической точности сборки.

Контроль, диагностика неисправностей ЭС, регулировка и технологическая тренировка.

Расчет коэффициента роста производительности общественного труда при автоматизации производственных процессов и выбор оптимального направления автоматизации.

Структурно-логические модели ТП. Классы структурно-логических моделей. 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.

Математическое обеспечение автоматизации проектирования технологических процессов ЭС. Требования к моделям, используемым при

решении типовых задач технологического проектирования ЭС. Функциональные и структурные модели технологических процессов изготовления ЭС.

### Литература

1. Боровиков С.М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности: Учебник для вузов. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.
2. Основы конструирования радиоэлектроники / Ж.С. Воробьева, Н.С. Образцов, И.Н. Цырельчук и др. – Минск: БГУИР, 2001.
3. Ненашев А.П. Конструирование радиоэлектронных средств. – М. Высш. шк., 1990.– 432 с.
4. Шимкович А.С. Конструирование несущих конструкций ЭС и защита их от дестабилизирующих факторов. Ч.1, 2: Учеб.пособие.– Минск: БГУИР, 1999.
5. Проектирование и производство ЭС. Дипломное проектирование. / А.П. Достанко, В.М. Бондарик, С.В. Бордусов, и др. Под общ. ред. А.П. Достанко. – Минск: БГУИР, 2006. – 220 с.
6. Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства: Учебник / А.П. Достанко, В.Л. Ланин, А.А. Хмыль, Л.П. Ануфриев; Под общ. ред. А.П. Достанко. – Минск: Высш. шк., 2002.
7. Ушаков Н.Н. Технология производства ЭВМ:учебник.- 3-е изд. перераб. и доп.-М.: Высш.шк., 1991.-416с.
8. Готра З.Ю. Технология микроэлектронных устройств: Справочник. - М.: Радио и связь. 1991.- 528 с.
11. Достанко А.П., Пикуль М.И., Хмыль А.А. Технология производства ЭВМ. Учебник. Минск:Высш. школа., 1994. -347с.
12. Ланин В.Л., Емельянов В.Д., Хмыль А.А. Проектирование и оптимизация процессов производства электронной аппаратуры. – Минск: Бестпринт, 1998. – 195 с.
13. Ануфриев Л.П., Ланин В.Л., Хмыль А.А. Коммутационные платы электронной аппаратуры. – Минск: БГУИР, 2000. – 85 с.
14. Технология поверхностного монтажа: Учебное пособие / С.П. Кундас, А.П. Достанко, Л.П. Ануфриев и др. – Минск: Армита-Маркетинг, Менеджмент, 2000.