

Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
"БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ"**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и социальным вопросам

_____ А.А. Хмыль

" 21 " 04 _____
2014 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в магистратуру по специальности
**1-38 80 02 «Оптические и оптико-электронные приборы
и комплексы»**

Минск, 2014

Программа составлена на основании типовых учебных программ дисциплин "Физические основы электронно-оптической техники", "Технология обработки материалов", "Технология электронно-оптических систем", "Информационные технологии автоматизированного проектирования" специальности 1-36 04 01 Электронно-оптические системы и технологии первой ступени высшего образования.

СОСТАВИТЕЛИ:

Достанко Анатолий Павлович	– академик НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор
Бордусов Сергей Валентинович	– профессор, доктор технических наук
Шахлевич Григорий Михайлович	– доцент, кандидат физико-математических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой ЭТТ учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 19 от « 21 » апреля 2014 г.)

Заведующий кафедрой ЭТТ,
доктор технических наук, профессор,
академик НАН Беларуси

А.П. Достанко

Раздел 1. Конструирование оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

1.1. Технологические машины (станок, установка, стенд). Виды изделий и их структура (деталь, сборочная единица, комплект, комплекс). Стадии разработки нового изделия (техническое задание, техническое предложение, эскизный, технический и рабочий проекты). ЕСКД. Экономические основы проектирования оборудования (коэффициент использования, рентабельность, экономический эффект, полезная отдача и др.). Конструкторские способы снижения стоимости технологических машин (повышение технологичности, стандартизация, унификация, уменьшения номенклатуры и др.).

1.2. Эксплуатационная надежность технологического оборудования. Параметры надежности (вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, средняя наработка на отказ, ремонтпригодность и др.). Долговечность и техническое устаревание. Методы оценки надежности систем на этапах их проектирования, испытаний и эксплуатации. Основы теории надежности электронных систем.

1.3. Взаимозаменяемость как принцип конструирования (единая система допусков и посадок, предельные отклонения, допуски, качества). Отклонения формы и расположения поверхностей. Посадки. Системы отверстия и вала. Разъемные и неразъемные соединения деталей механизмов.

1.4. Динамические характеристики несущих систем. Методы защиты технологического оборудования от механических воздействий. Жесткость несущих систем и конструктивные способы ее повышения. Тепловые деформации несущих систем и способы их уменьшения (выравнивание температурных полей, компенсация, теплоизоляция и др.).

1.5. Особенности зубчатых передач точной механики. Волновые зубчатые передачи. Конструкции и расчеты валов и осей механизмов точной механики. Конструирование подшипниковых узлов. Муфты, применяемые в точной механике.

1.6. Динамическая модель механизмов, уравнения движения механизма. Приведение сил и моментов сил, масс и моментов инерции звеньев в механизмах. Износостойкость механизмов (виды износа, способы его оценки, конструкторские приемы обеспечения износостойкости). Оптимизация конструкций точной механики.

1.7. Обеспечение электромагнитной совместимости электронных систем. Электромагнитные помехи, экранирование электромагнитных полей. Обеспечение механической устойчивости электронных систем. Виды механических воздействий и способы защиты от них. Способы защиты от внешних воздействий и герметизация электронных систем.

1.8. Основы теории микроперемещений. Прерывистое скольжение. Точность перестановки и способы ее повышения. Классификация направляющих и технические требования к ним. Основы расчета и конструирования направляющих скольжения и качения. Регулирование направляющих и способы создания предварительного натяга. Защита направляющих.

1.9. Расчет и конструирование ультразвуковых магнитострикционных и пьезоэлектрических преобразователей (выбор режима работы, габаритный и электри-

ческий расчеты). Обоснование и выбор активного элемента твердотельного технологического лазера. Источники оптической накачки. Конструкции осветителей. Расчет и конструирование зеркал оптических резонаторов. Фокусирование лазерного излучения.

1.10. Основы расчета и конструирования двухэлектродных и трехэлектродных электронных пушек. Расчет и конструирование катодов и электродов. Электростатические фокусирующие системы, общая характеристика и примеры конструктивного исполнения. Расчет и конструирование электромагнитных фокусирующих систем (на примере короткой магнитной линзы с сердечником). Аберрации фокусирующих систем. Расчет и конструирование магнитных отклоняющих систем с последовательным и параллельным сложением магнитных полей.

Раздел 2. Автоматизация проектирования и производства

2.1. Комплексная автоматизация проектирования, производства и эксплуатации ЭОСиТ. Этапы проектирования ЭОСиТ. Классификация систем автоматизированного проектирования. Состав САПР. Методы теории графов. Формальное описание коммутационных схем с помощью гиперграфов и матриц цепей и инцидентности. Основные модели представления коммутационной схемы ЭОСиТ в памяти ЭВМ. Основы теории алгоритмов. Математическая модель электронной схемы и монтажного пространства.

2.2. Математическое обеспечение автоматизации конструкторского проектирования ЭОСиТ. Алгоритмизация задач конструкторского проектирования СМЭ. Компонировка типовых элементов конструкций. Алгоритмы покрытия. Алгоритмы размещения. Алгоритмы линейного назначения. Итерационные алгоритмы. Алгоритмы парных перестановок. Алгоритмы случайного поиска и случайного блуждания. Эвристические алгоритмы размещения: последовательные и параллельные алгоритмы. Непрерывно-дискретные алгоритмы. Алгоритмы, использующие дискретные методы оптимизации.

2.3. Алгоритмы и модели трассировки. Классификация. Трассировка проводных и печатных соединений. Волновой алгоритм Ли. Метод встречной волны. Лучевой алгоритм трассировки. Эвристические алгоритмы трассировки. Алгоритмы трассировки на основе нейронных сетей.

2.3. Использование пакета прикладных программ (ППП) PCAD для проектирования печатных плат СМЭ. Назначение. Возможности. Структура. Требования к компьютеру. Настройки. Принципы работы. Методика проектирования электрических схем ЭОСиТ и создания библиотечных элементов с использованием ППП PCAD. Решение задач размещения и трассировки печатных модулей РЭС средствами ППП PCAD. Вывод чертежей на принтер и плоттер. Обмен данными с другими пакетами САПР.

2.4. САПР AutoCad. Назначение. Возможности. Структура. Требования к компьютеру. Настройки. Общие принципы работы. Графические примитивы и их создание. Свойства примитивов. Штриховка. Нанесение размеров. Редактирование и управление размерами. Задание месторасположения и выбор объектов. Создание блоков. Работа с текстом. Методика проектирования изделий ЭОСиТ в ППП AutoCAD.

2.5. САПР T-Flex CAD. Назначение. Возможности. Структура. Требования к компьютеру. Настройки. Общие принципы работы. Параметрическое и непараметрическое 2D, 3D проектирование. Методика проектирования изделий в ППП T-Flex CAD..

2.6. Математическое обеспечение автоматизации проектирования технологических процессов ЭОСиТ. Требования к моделям, используемым при решении типовых задач конструкторско-технологического проектирования ЭОСиТ. Функциональные и структурные модели технологических процессов изготовления ЭОСиТ.

2.6. 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

2.7. Этапы автоматизации ТП производства электронных изделий. Структура системы управления ТП. Автоматическая и автоматизированная система. Классификация САУ по принципу регулирования выходной величины. Показатели качества САУ. Требования к САУ. Поведение систем в переходном процессе. Динамическая и статическая точность. Операторная форма представления уравнения динамики.

2.8. Передаточная функция САУ. Структурные схемы САУ. Преобразование структурных схем. Частотная передаточная функция и частотные характеристики системы. Порядок построения ЛАХ. Устойчивость линейных САУ. Критерии устойчивости.

2.9. Микропроцессорные комплекты. Основные характеристики МП. Типы современных микропроцессорных БИС. Команды микропроцессора (команды пересылки данных, арифметические и логические команды, передачи и управления циклами). Микропроцессорные УЧПУ.

2.10. Постановка задачи и общая последовательность проектирования РТК. Требования к роботам и, в частности, к роботам-сборщикам. Основные технические характеристики ПР и манипуляторов. Схваты манипуляторов, принципы их расчета. СУ двумя и более роботами. Планирование траекторий движения.

2.11. Позиционные и контурные СПУ. Системы группового управления в РТК. Безрельсовые напольные транспортные системы. Гибкость производственной системы. Виды гибкости и их характеристика. Транспортные роботы в системах АТНС. СУ в гибкой автоматической линии. Принципы построения интегрированной СУ.

Раздел 3. Материалы, технология и оборудование оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

3.1. Строение вещества. Методы исследования структуры и состава вещества. Основы теории сплавов. Первичная и вторичная кристаллизация. Механизмы и параметры кристаллизации, влияние внешних факторов на структуру кристаллов. Напряжения и деформации в металлах и сплавах. Механизмы пластической деформации и упрочнения. Рекристаллизация. Основные свойства материалов (функцио-

нальные, технологические, потребительские). Механические свойства материалов в условиях статического, динамического и циклического нагружения. Электрические, магнитные, теплофизические, триботехнические свойства, коррозионностойкость материалов. Технологические свойства (обрабатываемость, паяемость, свариваемость и др.).

3.2. Конструкционные материалы на основе железа (стали и чугуны). Диаграмма состояния и основные превращения в системе железо-углерод. Влияние технологических примесей, углерода и легирующих элементов на свойства сталей и чугунов. Основы термической обработки сталей. Основные виды термической, химикотермической и термомеханической обработки. Классификация, маркировка, свойства и применение основных групп конструкционных сталей и чугунов. Инструментальные материалы. Конструкционные материалы на основе цветных металлов (Al, Cu, Mg, Ti и др.).

3.3. Композиционные и порошковые материалы. Неметаллические конструкционные материалы (полимеры и пластмассы, силикаты и несиликаты, стекломатериалы, керамика и др.). Электрорадиотехнические материалы: диэлектрики (свойства, классификация, применение, основные группы); проводниковые и резистивные материалы, припой, флюсы, материалы электровакуумной и криогенной техники; классификация, свойства, применение основных групп магнитных материалов; полупроводниковые материалы (свойства, классификация, получение, применение).

3.4. Конструкторская и технологическая подготовка производства. ЕСТПП. Типы производства и их особенности. Производственные погрешности, методы их определения и анализа. Геометрия поверхности, ее технологическое обеспечение и влияние на эксплуатационные свойства деталей и соединений. Состав и содержание работ по проектированию ТП (отработка изделий на технологичность, анализ исходных данных, составление технологического маршрута, базирование деталей, разработка операционной технологии, выбор оборудования и технологического оснащения, нормирование ТП, разработка технологической документации и др.).

3.5. Классификация методов формообразования и упрочняюще-чистой обработки материалов. Лезвийная обработка резанием (физические основы резания, основные технологические схемы обработки, режимы резания и методика их расчета, расчет припусков под обработку, нормирование операций, технология точения, фрезерования, обработки отверстий, резьбо- и зубонарезание и др.). Абразивная обработка (шлифование, полирование, притирка, хонингование и др.).

3.6. Технология литья (классификация методов, проектирование отливок и литниковых систем, технология литья в землю, металлические формы, под давлением, по выплавляемым моделям и др.). Обработка давлением (прокатка, волочение, ковка, объемная штамповка, сортамент проката). Холодная листовая штамповка (технологические возможности, виды операций, проектирование ТП, оборудование, оснастка).

3.7. Порошковая металлургия, керамическая технология, изготовление изделий из пластмасс. Электрофизикохимическая обработка материалов (электроэрозионная, лазерная, электронно-лучевая, плазменная, ультразвуковая, анодная размерная и улучшающая и др.). Технология изготовления типовых деталей электронно-

оптической аппаратуры (валов и осей, корпусных и плоских деталей, деталей малой жесткости и др.). Расчет и конструирование приспособлений.

3.8. Разработка ТП сборки, технологические схемы сборки. Размерный анализ при проектировании сборочных операций. Методы расчета размерных цепей. Достижение точности замыкающего звена при сборке (полная и неполная взаимозаменяемость, селективная сборка, пригонка и регулировка). Элементы процесса сборки (группы, подгруппы). Конструктивные и сборочные элементы. Комплектование изделий. Подготовка деталей к сборке. Общие правила выбора сборочных операций.

3.9. Разновидности и технология сварки. Физическая сущность процесса. Основные технологические маршруты. Выполнение паяных соединений. Виды и технология резьбовых соединений. Основные операции. Технологическая оснастка. Способы контроля качества. Юстировка оптических приборов. Основные стадии и задачи. Фокусировка изображения как юстировочный процесс. Балансировка. Способы и средства выявления статической и динамической неуравновешенности сборочных единиц и деталей.

3.10. Зонное строение твердых тел. Статистика электронов в полупроводниках. Электропроводность металлов и полупроводников. Влияние электрического поля, примесей и внешних воздействий на электрофизические свойства металлов и полупроводников. Термоэлектрические и гальваномагнитные, контактные и поверхностные явления в твердых телах. Физические принципы действия изделий микро-, опто- и функциональной электроники: полупроводниковых диодов, биполярных и полевых транзисторов, тиристоров, приборов с зарядовой связью, акусто- и оптоэлектронных приборов. Физические основы работы электровакуумных и газоразрядных приборов. Магнитная электроника.

3.11. Классификация изделий микроэлектроники по конструкторско-технологическим и функциональным признакам, базовые элементы полупроводниковых приборов и микросхем. Групповой метод и планарная технология изготовления ИС. Элементы тонко- и толстопленочных ИС. Резистивные, проводящие и диэлектрические пасты. "Чистые" технологические модули и технологические среды для производства ИЭТ. Основные характеристики вакуума. Принципы построения вакуумных технологических систем. Организация производственного процесса.

3.12. Материалы и технология получения диэлектрических и полупроводниковых подложек ИЭТ. Методы предварительной и финишной обработки поверхности, технологическое оборудование. Жидкостные и "сухие" методы обработки: химическое и газовое травление, ионно- и плазмохимическая обработка поверхности.

3.13. Базовые ТП изготовления полупроводниковых приборов и ИС: физико-химические основы и технология получения тонких пленок методами термического испарения в вакууме, ионного, реактивного ионного, ионно-плазменного, ионно-лучевого и магнетронного распыления, химические и электрохимические методы получения пленочных покрытий, термическое окисление кремния и получение диэлектрических покрытий, гомо- и гетероэпитаксиальное наращивание слоев.

3.14. Базовые ТП изготовления полупроводниковых приборов и ИС: диффузия (механизмы, математическое описание, распределение примесей на различных этапах диффузии); ионное легирование (физические основы процесса, пробеги

ионов в аморфных и монокристаллических мишенях, образование и отжиг радиационных дефектов, распределение примесей после ионной имплантации); радиационно-стимулированная диффузия; технология диффузионного и ионного легирования; методы контроля параметров легированных слоев; изоляция элементов ИС,

3.15. Базовые ТП изготовления полупроводниковых приборов и ИС: литография (классификация методов, их сравнительные характеристики и области применения, контактная и проекционная фотолитография, фотошаблоны, методы субмикронной и наномикронной литографии), технология разделения пластин и подложек на платы и кристаллы, посадки кристаллов и плат в корпус, типы корпусов, изготовление и присоединение выводов, герметизация, контроль и испытания ИЭТ. Обобщенные ТП изготовления КМОП СБИС с поликремниевым затвором по совмещенной технологии и биполярной БИС с изопланарной изоляцией.

3.16. Конструкции и технология электровакуумных приборов, изделий оптической и функциональной электроники: газоразрядные индикаторные панели, вакуумные люминесцентные индикаторы, светодиоды, оптопары и полупроводниковые лазеры, полупроводниковые индикаторы, оптические эффекты в жидких кристаллах, конструкции и технология изготовления жидкокристаллических индикаторов, устройства на поверхностных и объемных акустических волнах и др.

3.17. Оборудование производства изделий электронно-оптической техники: использование электрофизикохимических методов обработки в производстве ИЭОТ, типовая структура оборудования для ЭФХО, компоновка и состав оборудования для электроэрозионной, ионно-лучевой, плазменной, электронно-лучевой и лазерной обработки, классификация и типовые конструкции плазменных реакторов для ионной и плазмохимической обработки, электронно-оптических систем, квантронов, плазменных горелок, плазмотронов и др.

Литература к разделу 1

1. Красковский Е.Я., Дружинин Ю.А., Филатова Е.М. Расчет и конструирование механизмов приборов и вычислительных систем.- М.: Высш. шк., 1991.- 480 с.
2. Справочник конструктора точного приборостроения/ Под общ. ред. К.Л.Явленского.- Л.: Машиностроение, 1989.- 792 с.
3. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие в 2-х кн.- М.: Машиностроение, 1988.- 560 с.
4. Конструирование приборов. В 2-х кн./ Под ред. В.Краузе.- М.: Машиностроение, 1987.- 327, 384 с.
5. Агранат Б.А. и др. Основы физики и техники ультразвука.- М.: Высш. шк., 1987.- 352 с.
6. Технологические лазеры: Справочник в 2-х т./ Под. общ. ред. Г.А.Абильсинтова.- М.: Машиностроение, 1991.
7. Огарев А.А. Электронная оптика и электронно-оптические приборы.- М.: Высш. шк., 1992.- 423 с.

Литература к разделу 2

1. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: Учебное пособие для ВУЗов/ Под ред. О.В.Алексеева.- М.: Высш. шк., 2000.- 423 с.

2. Разевиг В.Д. Проектирование печатных плат в P-CAD 2001.-М.: «СОЛОН-Р», 2001.-557с.
3. Саврушев Э. Ц. P-CAD для Windows: система проектирования печатных плат : практическое пособие / Э. Ц. Саврушев. - М.: Эком, 2002. - 320 с.
4. Мироненко И.Г. Автоматизированное проектирование узлов и узлов и блоков РЭС средствами современных САПР. - М.: Высш. шк., 2002. – 391 с.
- 5 Ткачев Д. AutoCad 2005 / Д. Ткачев. - СПб.: Питер, 2005. - 462с.
6. Теория автоматического управления. В 3-х ч./Под ред. А.А. Воронова. - М.: Высш. шк.,1986.
7. Лазаревич Э.Г., Хорошавина Г.Ф. Аппаратные и программные средства профессиональных персональных ЭВМ: Справ. пособие.- Мн.: Выш. шк., 1991.- 270 с.
8. Иванов Ю.В., Дакота Н.А. Гибкая автоматизация производства РЭА с применением микропроцессоров и роботов. - М. : Радио и связь, 1987.
9. Грушецкий С.В. Конспект лекций по курсу "ГАП и ГПС". Ч.1 и 2. Ротапринт МРТИ, 1992.
10. Петраков Ю.В., Драчев О.И. Теория автоматического управления технологическими системами: учебное пособие для студентов вузов. М.: Машиностроение, 2008. – 336 с.

Литература разделу 3

1. Арзамасов Б.Н., Макарова В.И. Материаловедение: Учебник для ВУЗов. - М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002.- 648 с.
2. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники: Учебник для ВУЗов. - М.: Лань, 2006.-368 с.
3. Технология конструкционных материалов: Учебник для вузов. 5 изд./ Под ред. А.М.Дальского.- М.: Машиностроение, 2005.- 512 с.
4. Машиностроение. Энциклопедия. Т.Ш-2. Технология заготовительных производств/ Под общ. ред. В.Ф.Мануйлова.- М.: Машиностроение, 1996.- 736 с.
5. Машиностроение. Энциклопедия. Т.Ш-3. Технология изготовления деталей машин/ Под общ. ред. А.Г.Сулова.- Машиностроение, 2000.- 840 с.
6. Машиностроение. Энциклопедия. Т.Ш-5. Технология сборки в машиностроении/ Под общ. ред. Ю.М.Соломенцева.- Машиностроение, 2001.- 640 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах /Под ред. А.М.Дальского, А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова и др.- М.: Машиностроение, 2006.- 912, 944 с.
8. Проектирование технологических процессов в машиностроении. Учеб. пособие для вузов/ Под ред. Ю. М. Соломенцева.- М.: Технопринт, 2003.- 910 с.
9. Черпаков Б.И. Технологическая оснастка. Учебник для вузов.- М.: ИЦ «Академия», 2005.- 288 с.
10. Зайцев С.А. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении.- М.: ООО «Изд. Центр «Академия», 2006.- 304 с.
11. Андриановой Г.П. Технология переработки пластических масс и эластомеров. В 2 ч. М.: ООО «Издательство «КолосС», 2008.- 431, 447 с.

12. Справочник технолога-оптика/ Под ред. М.А. Окатова.- Санкт-Петербург: Политехника, 2004. – 546 с.
13. Гуртов В.Л., Есауленко Р.А. Физика твердого тела для инженеров. – Техносфера, 2007. – 520 с.
14. Гуртов В.Л. Твердотельная электроника. – М.: Техносфера, 2008. – 512 с.
15. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. В 2-х кн.- М.: Мир, 1984.
16. Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника.- М.; Высш. шк., 1991.- 437 с.
17. Барыбин А.А., Сидоров В.Г. Физико-технологические основы электроники.- СПб.: Лань, 2001.- 272 с.
18. Хоффман Д. Справочник по вакуумной технике и технологии. – М.: Техносфера, 2009. – 724 с.
19. Рычина Т.А. , Зеленский А. В. Устройства функциональной электроники и электрорадиоэлементы.- М. : Радио и связь, 1990.- 412 с.
20. Розанов Л.Н. Вакуумная техника.- М.: Высш. шк., 1990.- 368 с.
21. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов.- СПб.: Лань, 2002.- 424 с.
22. Машиностроение. Энциклопедия. Т.Ш-8. Технологии, оборудование и системы управления в электронном машиностроении/ Под ред. Ю.В.Порфилова.- М.: Машиностроение, 2000.- 744 с..
23. Вакуумное оборудование тонкопленочной технологии производства изделий электронной техники. В 2-х т./ Под ред. Л.К.Ковалева, Н.В.Василенко.- Красноярск: Изд. Сиб. Аэрокосмич. Академии, 1996.- 416, 398 с.
24. Технология СБИС. В 2-х кн. Пер. с англ./ Под ред. С.Зи.- М.: Мир, 1986.– 786 с.

Д.1 Б13.3,8.1 Структура, состав и возможности современных пакетов прикладных программ конструкторского и технологического проектирования. Комплексная автоматизация проектирования и изготовления изделий. Структура программного обеспечения и технические средства сквозных САПР и САУ технологическими процессами.

Д.1 Б2.3 Методы и системы автоматизированного проектирования ТП. Применение структурно – логических моделей в САПР ТП. Формирование обобщенного маршрута и синтез технологического маршрута из обобщенного. Автоматизированная компоновка и размещение конструктивных элементов по коммутационным платам. Трассировка печатных соединений и алгоритмы трассировки. Волновой алгоритм «ЛИ» и его модификации.

Д.1 Б4.2 Принципы построения и основные подсистемы САПР. Состав и основные характеристики технических средств САПР. Структурная схема ПЭВМ. Интерфейс. Системная шина. Адаптеры внешних устройств. Устройства ввода – вывода графической информации. Локальные сети в САПР.

Д.1 Б1.2 Состав и функции операционных систем САПР. Командные файлы. Общая структура и характеристика программного обеспечения САПР. Логические структуры данных и их физическая организация. Принципы организации банков данных и требования предъявляемые к ним. Системы управления банками данных.