

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Калужский филиал федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего профессионального образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»  
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

---



**УТВЕРЖДАЮ**  
Заместитель директора  
по учебной работе  
КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана  
О.Д. Перерва  
«21» сентября 2023 г.

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ**  
по направлению подготовки

**11.04.03 Конструирование и технология электронных средств**

код и наименование направления подготовки

---

Факультет

**Информатика и управление (ИУК)**

Полное наименование факультета (сокращенное наименование)

---

Кафедра(ы)

**"Проектирование и технология производства электронных приборов"  
(ИУК1)**

Полное наименование кафедры (сокращенное наименование)

---

Калуга, 2023 г.

---

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К вступительным испытаниям в магистратуру допускаются лица, имеющие документ государственного образца о высшем образовании любого уровня (диплом бакалавра или специалиста).

Лица, предъявившие диплом магистра, могут быть зачислены только на договорной основе.

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Программа вступительных испытаний в магистратуру по направлению подготовки:

---

### **11.04.03 Конструирование и технология электронных средств**

код и наименование направления подготовки

составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования подготовки бакалавра по направлению:

---

### **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**

код и наименование направления подготовки

и охватывает базовые дисциплины подготовки бакалавров по названному направлению.

Программа содержит описание формы вступительных испытаний, перечень вопросов для вступительных испытаний и список литературы рекомендуемой для подготовки.

## 2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы магистратуры по направлению:

---

### **11.04.03 Конструирование и технология электронных средств**

код и наименование направления подготовки

## 3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Вступительные испытания проводятся в письменной форме в соответствии с установленным приемной комиссией МГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить письменно на 10 вопросов и задач билета, расположенных в порядке возрастания трудности и охватывающих содержание разделов и тем программы соответствующих вступительных испытаний.

На ответы по вопросам и задачам билета отводится **210 минут**.

Результаты испытаний оцениваются по **стобальной** шкале.

Результаты испытаний оглашаются не позднее чем через три рабочих дня.

## 4. ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Письменное испытание проводится по программе, базирующейся на основной образовательной программе бакалавриата по направлению

---

### **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**

код и наименование направления подготовки

## Перечень разделов и тем дисциплины, включенные в письменное испытание

### ДИСЦИПЛИНА 1. Технология производства электронных средств

Односторонние, двусторонние и многослойные печатные платы. Способы получения рисунка ПП: фотолитографический, сеткографический, способ фотоформирования, механический. Методы изготовления печатных плат: химический, комбинированный позитивный метод, тентинг метод, электрохимический (полуаддитивный) метод, фотоаддитивный метод. Технология изготовления многослойных печатных плат: метод металлизации сквозных отверстий, метод попарного прессования, метод послойного наращивания. Виды монтажа: печатный, навесной, проводной на ПП. Виды контактных соединений: пайкой, сваркой, склеиванием. Навесные компоненты монтируемые в отверстия (КМО) и на поверхность (КМП). Варианты установки КМО и КМП на ПП: без зазора, с зазором, на прокладку, на теплоотвод. Способы фиксации компонентов на ПП: подпайкой, подгибкой выводов, зигзагом, приклеиванием. Технология сборки ЭМ на КМО: поставка, кассетирование, подготовка выводов, установка, пайка. Способы установки КМО на ПП: вручную, со световой индикацией, механизировано по шаблону, автоматизировано. Способы пайки КМО: вручную, волной припоя, селективная пайка.

#### *Перечень тем.*

1. Производственные погрешности.
2. Виды технологических процессов.
3. Техническая документация для разработки техпроцессов.
4. Односторонние печатные платы. Особенности конструкции, способы получения рисунка.
5. Двусторонние печатные платы. Особенности конструкции, способы получения рисунка.
6. Многослойные печатные платы. Особенности конструкции, способы получения рисунка.
7. Химический метод изготовления печатных плат.
8. Комбинированный позитивный метод изготовления печатных плат.
9. Электрохимический (полуаддитивный) метод изготовления печатных плат.
10. Тентинг метод изготовления печатных плат.
11. Метод металлизации сквозных отверстий.
12. Метод попарного прессования.
13. Метод послойного наращивания.
14. Способы фиксации компонентов на ПП.
15. Виды монтажа.
16. Виды контактных соединений.
17. Варианты установки КМО и КМП на ПП.
18. Способы фиксации компонентов на ПП.
19. Технология сборки ЭМ на КМО.
20. Способы пайки КМО.
21. Технология сборки ЭМ на КМП
22. Паяльные пасты.
23. Технология монтажа накруткой.
24. Технология монтажа ленточными кабелями.
25. Технология жгутового монтажа.

26. Технологичность узлов и деталей.
27. Проектирование технологических операций.

#### *Основная учебная литература.*

1. Билибин К.И. и др. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры. / Под ред. Шахнова В.А. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005 г. – 568 с.
2. Медведев, А.М. Сборка и монтаж электронных устройств / А.М. Медведев. – М.: Техносфера, 2007. – 256 с.
3. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств / Н.К. Юрков – 2-е изд., испр. и доп. – СПб: Лань, 2014. – 480 с. – <http://e.lanbook.com/view/book/41019>

#### *Дополнительная учебная литература.*

4. ГОСТ 14.205-83. ЕСТПП. Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.
5. ГОСТ Р 53429-2009. Платы печатные. Основные параметры конструкции.

## **ДИСЦИПЛИНА 2. Конструкторское проектирование электронных средств**

Модули 1-го уровня. Требования, предъявляемые автоматизированной сборкой к конструкции монтажного основания, компонентам, конструкции ячейки. Виды монтажных оснований. Защитные покрытия. Гибкие, гибко-жесткие платы. Гибкие кабели. Классификация электрических соединений. Электрические соединения и искажения сигналов. Конструкции линий передач: печатные проводники, двух проводная несимметричная линия передачи, витая пара, коаксиальный кабель. Электрические параметры элементов печатного и объемного монтажа. Требования к проводящему рисунку. Классы точности печатных плат. Трассировка проводящего рисунка, методология, ограничения, варианты реализации. Конструирование линий электропитания. Развязывающие конденсаторы. Конструирование заземления. Заземление схемы и корпуса изделия. Разводка шин питания и земли. Виды электрических разъемов, выбор.

Блоки электронной аппаратуры. Компоновочные схемы блоков. Варианты крепления ячеек в блоке. Корпуса блоков. Элементы контроля, индикации, управления. Источники питания. Герметизация. Защита от механических воздействий. Прочность и устойчивость конструкции. Расчетные модели конструкций. Расчеты на прочность: проверочные, проектные. Повышение жесткости конструкции. Выбор конструкционных материалов. Фиксация крепежных элементов. Расчет срока службы конструкции. Защита от воздействий влажности. Влияние влажности на конструкции. Выбор конструкционных и изоляционных материалов. Покрытия. Герметизация конструкций. Классы защиты. Защита от воздействия пыли. Влияние пыли на конструкцию. Обеспечение пыленепроницаемости. Герметизация конструкций. Защита от биологических воздействий. Плесень, грызуны. Защита от радиационных воздействий. Защита от перегрева и температурных воздействий. Теплоотвод кондукцией. Тепловая проводимость. Теплоотвод конвекцией. Воздушное естественное и принудительное охлаждение. Тепловые модели. Вентиляционные отверстия, вентиляторы. Расчет расхода воздуха на охлаждение. Выбор способа охлаждения. Экраны: электрические, магнитные, электромагнитные. Надежность ЭС. Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов компонентов, электрических соединений. Расчет надежности по случайным отказам. Способы

повышения надежности. Резервирование электронной аппаратуры.

### ***Перечень тем.***

1. Модульный принцип конструирования.
2. Методы конструирования.
3. Базовые несущие конструкции.
4. Методы компоновки электронной аппаратуры.
5. Стадии проектирования электронной аппаратуры.
6. Стадии жизненного цикла изделия.
7. Виды конструкторской документации.
8. Современная элементная база. Компоненты поверхностного монтажа. Классификация, конструктивные особенности.
9. Стандартизация в конструировании электронной аппаратуры.
10. Унификация, технологичность, миниатюризация. Методы качественной и количественной оценки.
11. Технологичность электронного модуля 1 уровня.
12. Требования к конструкции электронного модуля 1 уровня, предъявляемые автоматизированной установкой компонентов, пайкой, контролем.
13. Требования к геометрии проводящего рисунка современных электронных модулей 1 уровня. Геометрия контактных площадок компонентов поверхностного монтажа.
14. Финишные покрытия контактных площадок. Классификация, особенности применения.
15. Гибкие и гибко-жесткие монтажные основания.
16. Конструктивное построение электронной аппаратуры различного назначения. Бортовая аппаратура: самолетная, ракетная, космическая.
17. Конструктивное построение электронной аппаратуры различного назначения. Морская аппаратура: судовая, корабельная.
18. Конструктивное построение электронной аппаратуры различного назначения. Наземная аппаратура: стационарная, возимая, носимая.
19. Классификация и выбор электрических соединений. Электрические контакты. Разъемы для печатного монтажа.
20. Выбор проводов и кабелей.
21. Конструирование шин питания и земли. Виды разводок.
22. Защита от механических воздействий.
23. Защита от воздействий влажности.
24. Защита от воздействия пыли.
25. Защита от перегрева и температурных воздействий.
26. Способы охлаждения электронной аппаратуры.
27. Использование радиаторов.
28. Принудительное воздушное охлаждение.
29. Защита от воздействий помех.
30. Общее резервирование.
31. Поэлементное резервирование.
32. Скользящее резервирование.
33. Оценка надежности ремонтируемых систем.
34. Конструкторская документация в системе электронного документооборота на предприятии.

### ***Основная учебная литература.***

1. Лоскутов, С.А. P-CAD 2002: Руководство по автоматизированному проектированию печатных плат: Методическое пособие / С.А. Лоскутов, И.В. Чухраев, В.Е. Драч. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 196 с. Билибин, К.И.
2. Медведев, А.М. Сборка и монтаж электронных устройств / А.М. Медведев. – М.: Техносфера, 2007. – 256 с.
3. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов, А.В. Журавлева и др.; под общ. ред. В.А. Шахнова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 528 с.

*Дополнительная учебная литература.*

4. ГОСТ 14.205-83. ЕСТПП. Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.
5. Р 50-54-93-88 Рекомендации. Классификация, разработка и применение технологических процессов.
6. ГОСТ Р 53429-2009. Платы печатные. Основные параметры конструкции.

### **ДИСЦИПЛИНА 3. Технологические процессы микроэлектроники**

Основные свойства полупроводниковых и иных материалов, применяемых в технологических процессах формирования микроэлектронных структур. Основы тонкопленочной технологии. Термическое вакуумное напыление. Распыление ионной бомбардировкой. Ионно-плазменные системы. Магнетронные системы. Толстопленочная технология. Основные операции при толстопленочной технологии. Пленочные резисторы, конденсаторы и индуктивности.

Конструкция биполярного транзистора в интегральном исполнении. Конструкция МОП транзистора в интегральном исполнении. Резисторы в интегральном исполнении. Конденсаторы в интегральном исполнении. Диоды в интегральном исполнении. Изоляция между элементами. Совмещенные интегральные микросхемы. Литография. Фотолитография. Рентгенолитография. Электролитография. Термическая диффузия. Законы Фика. Условие возникновения р-п перехода. Диффузия из неограниченного источника. Диффузия из ограниченного источника. Ионная имплантация. Эпитаксия. Термическое окисление. Диффузионно-планарная структура. Эпитаксиально-планарная структура. Структура с диэлектрической изоляцией. КМОП структура.

*Перечень тем.*

1. Классификация интегральных микросхем.
2. Структура и топология биполярного транзистора.
3. Структура и топология МОП транзистора.
4. Диоды в интегральном исполнении.
5. Резисторы в интегральном исполнении.
6. Конденсаторы в интегральном исполнении.
7. Пленочные элементы.
8. Фотолитография.
9. Рентгенолитография.
10. Электролитография.
11. Диффузия из ограниченного источника.
12. Диффузия из неограниченного источника.
13. Ионная имплантация.
14. Эпитаксия.
15. Структура с диэлектрической изоляцией.
16. КМОП структура.
17. Термическое вакуумное напыление.
18. Ионно-лучевое испарение.

19. Магнетронные системы.
20. Толсто пленочная технология.
21. Структура и топология асимметричного и симметричного p-р-n транзистора.
22. Структура и топология мощного биполярного транзистора.
23. Структура и топология p-n-p биполярного транзистора.
24. Технология изготовления КМДП ИМС с Al затвором.
25. Технология изготовления КМДП ИМС с поликремневым затвором.

#### ***Основная учебная литература.***

1. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: учебник для вузов/ К.И.Билибин, А.И. Власов, Л.В.Журавлев; под общ. ред. В.А.Шахнова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, - 2002. – 528 с.: ил.
3. Андреев В.В. Физические основы нанотехнологии. Т.16: учеб. пособие/ В.В. Андреев, А.А. Столяров; под. ред. В.А. Шахнова – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 224 с.
4. Варламов П.И., Технологические процессы в нанотехнологии Т.2: учеб. пособие/ П.И. Варламов, К.А. Елсуков, В.В. Макаручук; под. ред. В.А. Шахнова – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 176 с.

#### ***Дополнительная учебная литература.***

5. Андреев В.В. Инжекционные методы исследования и контроля структур металл-диэлектрик-полупроводник: монография/ В.В. Андреев, В.Г. Барышев, А.А. Столяров – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 256 с.
6. Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: учебник для вузов/ Л.А.Коледов. – М.: Радио и связь, 1989. - 400 с.: ил.

### **ДИСЦИПЛИНА 4. Конструкторско-технологическая информатика**

Сущность и постановка задач автоматизированного конструирования электронных средств. Их характеристика. Глобальные и локальные критерии оптимизации. Формализация представления электрических принципиальных схем. Методы решения задач компоновки схем электрических принципиальных. Классификация, сравнительная оценка, математическая постановка задач компоновки. Ограничения. Методы решения задач компоновки. Классификация, общая характеристика алгоритмов размещения. Критерии. Ограничения. Классификация, характерные особенности алгоритмических методов трассировки. Основные этапы и уровни проектирования электронной аппаратуры. Математические модели полупроводниковых приборов.

Основы построения и эксплуатации конструкторско-технологических баз данных. Формализация объектов предметной области. Файлы данных. Генераторы и последовательности. Принципы построения и организации автоматизированных систем интегрированного комплекса конструкторско-технологической подготовки производства электронных средств. Структура интегрированного комплекса САПР изделий электронных средств. Жизненный цикл изделий электронных средств. Конструкторские САПР-К или САД (Computer Aided Design) системы. Информационное и математическое обеспечение,

технические средства АСТПП. Автоматизированные системы проектирования технологических процессов (АСУТП). Основные задачи АСУТП. Структурная, информационная и функциональная модель АСУТП.

### ***Перечень тем.***

1. Основы булевой алгебры
2. Нормальные формы булевых функций
3. Логические элементы и таблицы истинности
4. Анализ цифровых схем
5. Методы синтеза цифровых схем
6. Способы анализа аналоговых электронных схем
7. Математические модели диодов
8. Математические модели биполярных транзисторов
9. Математические модели полевых транзисторов
10. Анализ электронных схем на операционных усилителях
11. Понятие алгоритма
12. Основы теории графов
13. Алгоритмы сортировки
14. Основные направления автоматизации конструирования ЭС.
15. Алгоритмизация процесса конструирования ЭС.
16. Способы и особенности трассировки проводных соединений.
17. Алгоритмы трассировки.
18. Системы автоматизированного конструирования ИС, БИС, СБИС, микросборок, модулей различного уровня конструктивной иерархии.
19. Структура и состав CALS подсистем.
20. Конструкторско-технологические базы данных.
21. Конструкторские САПР в современном процессе проектирования. Место конструкторской САПР в системе поддержки жизненного цикла изделия. Функциональные возможности, решаемые задачи.
22. Понятие CALS технологий и их связь с жизненным циклом изделий, основные компоненты CALS.
23. Роль языка программирования в автоматизированных системах машинного проектирования.
24. Математическое обеспечение автоматизации проектирования.

### ***Основная учебная литература.***

1. Инженерная графика. Конструкторская информатика в машиностроении: учебник для вузов/ А.К. Болтухин, С.А. Васин, Г.П. Вяткин и др. под общ. Ред. А.К. Болтухина. – М.: Изд-во «Машиностроение», 2005. – 555 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=800](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=800)
2. Билибин, К.И. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов, А.В. Журавлева и др.; под общ. ред. В.А. Шахнова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 528 с.
3. Медведев, А.М. Сборка и монтаж электронных устройств / А.М. Медведев. – М.: Техносфера, 2007. – 256 с.

*Дополнительная учебная литература.*

4. Драч, В.Е., Кашин В.В. Трассировка печатных плат с помощью САПР Spectra/ Методические указания/ М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 48 с.

Программа вступительных испытаний рассмотрена на заседании кафедры ИУК1

протокол № 32.00-72-05/08 от «29» августа 2023г.

Авторы программы:

Андреев В.В. д.т.н., профессор

Кузнецов В.В. к.т.н., доцент



Заведующий кафедрой ИУК1



В.В. Андреев

Ответственный за прием в  
магистратуру  
КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана



К.А. Амеличева