



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Учебное пособие

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по организации и проведению итоговой
государственной аттестации
бакалавров и магистров
по направлению подготовки
«Конструирование и технология
электронных средств»**

МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации и проведению итоговой
государственной аттестации
бакалавров и магистров
по направлению подготовки
«Конструирование и технология
электронных средств»

под редакцией заслуженного деятеля науки РФ,
член-корреспондента РАН, д-ра. техн. наук, профессора,
В.А.Шахнова

Комплект
учебно-методического обеспечения для подготовки бакалавров и магистров
по программам высшего профессионального образования
направления подготовки
«Конструирование и технология электронных средств»

Москва
МГТУ имени Н.Э. Баумана

2015

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 32.973-018

Рецензент:

кафедра «Информационные технологии конструирования
радиотехнических устройств» Института «РадиоВТУЗ МАИ»
(заведующий кафедрой, д-р. техн. наук, профессор, А. В. Назаров)

**Андреев В.В., Власов А.И., Гринев В.Н., Журавлева Л.В.,
Макарчук В.В., Маркелов В.В., Перепелицын В.Г.,
Резникова Е.В., Родионов И.А., Семенов С.Г., Соловьев В.А.,
Столяров А.А., Шахнов В.А.**

Методические указания по организации и проведению итоговой
государственной аттестации бакалавров и магистров по направлению
подготовки «Конструирование и технология электронных средств»: Учебное
пособие под ред. Шахнова В.А. – М.: Изд-во НИИ РЛ МГТУ им. Н.Э.
Баумана, 2015. – 164 с.: ил.

ISBN: 978-5-4384-0033-2

В учебном пособии представлены методические указания по организации и
проведению итоговой государственной аттестации бакалавров и магистров по направлению
подготовки «Конструирование и технология электронных средств».

Изложены примерные требования к структуре, содержанию и объему выпускной
квалификационной работы бакалавра (КРБ) и диссертации магистра (ДМ), а также
примерные программы государственных экзаменов, методические рекомендации по их
организации и проведению.

Тематика выпускных квалификационных работ бакалавров соответствует
действующему «Положению об итоговой государственной аттестации выпускников высших
учебных заведений», утвержденному федеральным органом исполнительной власти,
осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-
правовому регулированию в сфере образования, а также образовательному стандарту по
направлению подготовки «Конструирование и технология электронных средств».

Ил. 50. Табл. 6. Библиогр. 50 назв.

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 32.973-018

ISBN: 978-5-4384-0033-2

© Авторы, 2015

© Изд-во НИИ РЛ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

В связи с переходом на многоуровневое образование и появлением новых направлений подготовки бакалавров и магистров у студентов возникает много вопросов, связанных с методикой выбора темы квалификационной работы бакалавра и магистерской диссертации, требованиями к их содержанию, правилам оформления и процедурам проведения итоговой аттестации бакалавров и магистров.

В комплекте учебно-методического обеспечения для подготовки бакалавров и магистров по программам высшего профессионального образования по направлению «Конструирование и технология электронных средств» особое внимание уделено разработке методических указаний по организации и проведению итоговой государственной аттестации. Они отвечают на большинство вопросов, возникающих у соискателей при выполнении квалификационной работы бакалавра или магистерской диссертации, а также при подготовке к сдаче государственного экзамена.

Компетенции, полученные студентами в процессе обучения по направлению подготовки «Конструирование и технология электронных средств», обеспечивают возможность решения основных задач и характеризуются многообразием охватываемых областей науки и техники к которым относятся:

- основные системотехнические решения при создании функциональных блоков электронных средств, приборов, устройств, механизмов и машин на их основе;
- фундаментальные основы процессов синтеза, анализа и функционирования механизмов и электромеханических устройств и систем, в том числе устройств в микроисполнении;
- фундаментальные основы процессов анализа и синтеза материалов и компонентов электронных средств;
- физико-математические и физико-химические модели технологических процессов и методов диагностики;
- типовые программные продукты, ориентированные на решение задач моделирования материалов и компонентов электронных средств, управления технологическими процессами, обработку результатов, полученных методами диагностики;
- базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов и компонентов электронных средств;
- базовое контрольно-измерительное оборудование для метрологического обеспечения исследований и промышленного производства материалов и компонентов электронных средств;
- базовые знания по управлению качеством электронных средств на всех этапах их жизненного цикла;
- общие правила и методы наладки, настройки и эксплуатации технологического и контрольно-измерительного оборудования;
- основные виды нормативно-технической документации, относящейся к технологии, стандартизации и сертификации материалов и компонентов электронных средств;
- эффективные направления применения материалов, компонентов электронных средств, процессов технологии и методов диагностики;
- перспективы развития индустрии, включая интеграцию со смежными областями научно-образовательной деятельности и промышленного производства.

Работая над методическими указаниями по организации и проведению итоговой государственной аттестации по направлению «Конструирование и технология ЭС», авторы использовали опыт проведения итоговой аттестации в МГТУ им.Н.Э. Баумана и других ведущих технических университетах страны, осуществляющих подготовку специалистов в области приборостроения и микроэлектроники.

Нормативные ссылки

ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ Р 1.5-2004 - Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

ГОСТ Р 15.011-96 Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения.

ГОСТ 7.1-2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

ГОСТ Р 7.0.4-2006 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Издания. Выходные сведения. Общие требования и правила оформления.

ГОСТ Р 7.0.5-2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.

ГОСТ Р 7.0.11-2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления.

ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.001-93 Общие положения

ГОСТ 2.002-72 Требования к моделям, макетам и темплетам, применяемым при проектировании

ГОСТ 2.004-88 Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ

ГОСТ 2.101-68 Виды изделий

ГОСТ 2.102-68 Виды и комплектность конструкторских документов

ГОСТ 2.103-68 Стадии разработки

ГОСТ 2.109-73 Основные требования к чертежам

Примечание - При применении стандартов целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Список сокращений и условных обозначений

ГОС	- Государственный образовательный стандарт
ГЭК	- Государственная экзаменационная комиссия
ДМ	Диссертация магистра
ЕСКД	- Единая система конструкторской документации
ЕСПД	- Единая система программной документации
ЕСТД	- Единая система технологической документации
ЕСТПП	- Единая система технологической подготовки производства
КБ	- Конструкторское бюро
КРБ	- Квалификационная работа бакалавра
КРМ	- Квалификационная работа магистра
МЭМС	- Микроэлектромеханическая система
МСТ	- Микросистемная техника
НЭМС	- Нанозлектромеханическая система
НИИ	- Научно-исследовательский институт
НИР	- Научно-исследовательская работа
ОКР	- Опытно-конструкторская работа
ООП	- Основная образовательная программа
ОПД	- Общепрофессиональные дисциплины
РПЗ	- Расчетно-пояснительная записка
СД	- Специальные дисциплины
ССБТ	- Системы стандартов безопасности труда
ТП	- Технологический процесс
УГО	- Условное графическое обозначение
УМО	- Учебно-методическое объединение
ЭА	- Электронная аппаратура
ЭС	Электронное средство

Список терминов

Агрегатирование – метод конструирования и эксплуатации изделий, основанный на функциональной и геометрической взаимозаменяемости их основных узлов и агрегатов.

Брак – дефектная единица продукции, т. е. продукция, имеющая хотя бы один дефект.

Временный ТП – технологический процесс, который применяется при изготовлении пробных изделий на имеющемся на предприятии оборудовании.

Групповой ТП – технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например: ось, клемма, рама и т.д.

Дефект – отдельное несоответствие продукции требованиям, установленным нормативно-технической документацией.

Документ – это совокупность трех составляющих: физическая регистрация информации, форма представления информации, активизация определенной деятельности.

Знак соответствия – обозначение, служащее для информирования приобретателей, в том числе потребителей, о соответствии объекта сертификации требованиям системы добровольной сертификации или национальному стандарту (по ФЗ о техническом регулировании).

Единичное производство – производство, которое характеризуется единичным или малым объемом выпускаемых изделий, процесс изготовления которых не повторяется или повторяется через неопределенные промежутки времени, характеризуется применением универсального, переналаживаемого оборудования, высококвалифицированного персонала и относительно высокой себестоимостью продукции.

Единичный ТП – технологический процесс изготовления или ремонта изделия, типоразмера и испытания, независимо от типа производства.

Единое комплексное задание – единое задание, предметом которого является модельная, схемотехническая, конструкторская и технологическая проработка этапов жизненного цикла изделий электронной техники на примере одного законченного изделия.

Изделие – любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии, т. е. изделие – это продукт конечной стадии производства, изделием может быть деталь, сборочная единица, комплекс и комплект, применительно к ЭА под изделием понимается как сама электронная аппаратура, так и все составляющие ее элементы и детали.

Интегральная схема (Chip) – электронная схема или электронное устройство произвольной сложности, изготовленная на единой подложке.

Испытание – определение или исследование одной или нескольких характеристик изделия под воздействием совокупности физических, химических, природных или эксплуатационных факторов и условий.

Качество – степень соответствия совокупности присущих характеристик (отличительных свойств) потребностям или ожиданиям, которые установлены, обычно предполагаются или являются обязательными (по ГОСТ ISO 9000-2011).

Качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные или предполагаемые потребности в соответствии с ее назначением (по ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения»).

Комплекс – два или более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое изделие в комплексе имеет свое назначение, например: вычислительный комплекс, радиолокационный комплекс и т. д.

Комплект - два или более изделия, не соединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющие собой набор изделий, имеющих единое эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект измерительной аппаратуры, комплект запасных частей и т.д.

Конструкторско-технологическая документация – комплект документации, который занимает конкретное место в процессе производственной деятельности на границе разделяемых функций исполнения и является инструментом распределения функций между работниками.

Контроль – процесс определения и оценки информации об отклонениях действительных значений от заданных или их совпадении и результатах анализа.

Маршрут проектирования (design flow) - это последовательность этапов и процедур для проектирования объекта. Маршруты для групп процессов могут быть одинаковыми (типовыми), структура и состав маршрута проектирования во многом определяют содержание конструкторско-технологической документации (в частности, например, расчетно-пояснительной записки (РПЗ)).

Маршрутный ТП – ТП, который определяет порядок (маршрут) следования операций, их вид и наименование, оборудование и оснастку для выполнения операций, трудоемкость выполнения операций и квалификацию работников, для мелкосерийного производства достаточно разработки маршрутной технологии, при этом все параметры разработки заносятся в маршрутные карты.

Маршрутно-операционный ТП – ТП на отдельные наиболее сложные операции маршрутной технологии, для которых разрабатывают операционную технологию.

Массовое производство - производство одинаковых изделий в течение длительного периода времени. Массовое производство характеризуется закреплением за одним рабочим местом одной операции, требующей использования рабочих невысокой квалификации или исключения из процесса рабочих и замены их роботами и робототехническими комплексами; использованием поточного принципа изготовления продукции.

Наноинженерия - (англ. nanoengineering) инженерная деятельность человека, связанная с наноразмерными объектами, а также с объектами, создающимися методами нанотехнологий.

Наукоемкие технологии – это совокупность методов и приемов, применяемых на всех стадиях разработки и изготовления определенного вида изделий, которые включают в себя объемы исследований и разработок, превышающие среднее значение этого показателя в определенной области экономики.

Нормативный документ – документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.

Операция – законченная часть технологического процесса, которая выполняется непрерывно на одном рабочем месте.

Операционный ТП – ТП для средне- и крупносерийного или массового производств, при этом каждая операция разрабатывается подробно, окончательно выбирают оборудование и оснастку, выбирают или рассчитывают технологические режимы, операцию дробят на технологические переходы — используют принцип дифференциации и концентрации технологических переходов при выполнении операции, дают эскиз операции с установочными базами и настроечными размерами, рассчитывают операционное время $t_{оп}$ и окончательно устанавливают норму штучного времени ТШТ, данные разработки заносят в операционные карты.

Параметрическая стандартизация – стандартизация, основанная на упорядочении объектов стандартизации при помощи составления параметрических рядов характеристик продукции, процессов, классификаторов и т. п.

Переход – законченная часть операции, которая выполняется с использованием одного и того же инструмента при одних и тех же режимах.

Перспективный ТП – технологический процесс для производства изделия по новой технологии или при модернизации старых предприятий.

Прием - совокупность отдельных движений в процессе выполнения работы или подготовки к ней (пуск станка, выключение и т. п.).

Позиция – фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

Потребность – задание на проект формулируется в виде исходного описания системы, ее базовых желаемых функциональных свойств.

Правила – документ, устанавливающий обязательные для применения организационно-технические и (или) общетехнические положения, порядки, методы выполнения работ.

Проектирование - процесс, заключающийся в преобразовании исходного описания в окончательное на основе выполнения процедур системотехнического, конструкторского, технологического и исследовательского характера.

Проектный ТП – технологический процесс на начальной стадии проектирования, имеющий много вариантов.

Производственный процесс - совокупность действий рабочих и орудий производства, в результате которых исходные материалы, полуфабрикаты и компоненты превращаются в готовую продукцию (платы, ячейки, блоки и т. п.), соответствующую своему назначению, к основному производственному прогрессу относят изготовление продукции, предусмотренной заказчиком, к вспомогательному – складирование, транспортировку, ремонт, энерго- и водоснабжение и др.

Производственная система - система, состоящая из средств и предметов производства, производственных процессов и рабочей силы (организационная структура – часть производственной системы), совместное функционирование которых позволяет изготавливать продукцию или оказывать услуги.

Свойства производственных систем – совокупность характеристик, отражающих: целенаправленность – способность производить определенную продукцию или услуги, открытость – способность взаимодействовать с внешней средой, полиструктурность – предполагает наличие в системе взаимосвязанных подсистем, где каждый элемент может принадлежать нескольким подсистемам, гибкость – способность к изменениям под влиянием внешней среды, управляемость (восприимчивость) – способность системы воспринимать воздействие со стороны субъекта управления и реагировать на них желаемым для субъекта образом, результативность – способность производить продукцию, востребованную потребителем, долговременность – способность длительное время сохранять результативность, сложность – предполагает наличие в системе множества разнородных элементов и протекания множества процессов, надежность – способность функционировать без сбоев.

Свойство продукции - объективная особенность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации или потреблении (по ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения»).

Подтверждение соответствия – документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров (по ФЗ о техническом регулировании).

Проход - часть перехода, заключающаяся в снятии одного слоя материала с обрабатываемой поверхности.

Рабочий ход - законченная часть перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости или свойств заготовки.

Рабочее место - часть производственной площади, оснащенной основным технологическим и вспомогательным оборудованием и средствами, закрепленными за рабочим для выполнения операции.

Рабочий ТП – технологический процесс, выбираемый для реализации на производстве.

Ритм выпуска (производительность) – количество изделий или заготовок определенных наименований, типоразмеров и исполнений, выпускаемых в единицу времени.

Результат проектирования - комплект документации, необходимой для многократного и повторяемого изготовления изделия.

Регламент – документ, содержащий обязательные правовые нормы и принятый органом власти.

Рекомендации – документ, содержащий добровольные для применения организационно-технические и (или) общетехнические положения, порядки, методы выполнения работ.

Руководство – лицо или группа работников, осуществляющих направление деятельности и управление организацией на высшем уровне.

Самопроверка (самоконтроль) – персональная проверка и контроль оператором с применением методов, установленных технологической картой на операцию, а также с использованием предусмотренных измерительных средств с соблюдением заданной периодичности проверки.

Сборочная единица - изделие, составные части которого подлежат соединению на предприятии-изготовителе с применением сборочных операций (свинчивание, сварка, пайка, склеивание), например: ячейка, типовый элемент замены (ТЭЗ), разъем, узел, блок и т. д.

Свойство - объективная способность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации и потреблении.

Серийное производство – производство, характеризующееся изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями, сериями, в зависимости от количества изделий в партии различают мелкосерийное, среднесерийное (серийное), крупносерийное производство, выпуск партий - еженедельный, ежемесячный, ежеквартальный, для серийного производства характерно использование специализированного и автоматизированного оборудования и оснастки.

Симплификация – процесс простого сокращения количества типов или других разновидностей изделий до количества, технически и экономически необходимого для удовлетворения потребностей.

Система – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов.

Способ (форма, схема) сертификации – определенная совокупность действий, официально принимаемая (устанавливаемая) в качестве доказательства соответствия продукции заданным требованиям (далее – схема сертификации).

Стандарт - документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать правила и методы исследований (испытаний) и измерений, правила отбора образцов, требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения (по ФЗ о техническом регулировании).

Стандартизация - деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение

упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг (по ФЗ о техническом регулировании).

Стандартный ТП – технологический процесс, обязательный для применения в отрасли, например, методики испытания электронно-вычислительной аппаратуры.

Схема подтверждения соответствия - перечень действий участников подтверждения соответствия, результаты которых рассматриваются ими в качестве доказательств соответствия продукции и иных объектов установленным требованиям (по ФЗ о техническом регулировании).

Такт выпуска - интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий или заготовок определенных наименований, типоразмеров и исполнений.

Технический контроль – проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям.

Технический регламент - документ, который принят международным договором Российской Федерации, подлежащим ратификации в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или в соответствии с международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или федеральным законом, или указом Президента Российской Федерации, или постановлением Правительства Российской Федерации, или нормативным правовым актом федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции или к продукции и связанным с требованиями к продукции процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации) (по ФЗ о техническом регулировании).

Технический уровень продукции – относительная характеристика качества продукции.

Технологический процесс (ТП) - часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда, технологический процесс делится на операции, а операции - на переходы.

Технологическая операция - законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Технологический переход (переход) - законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

Типовой ТП – технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками.

Унификация – действия, направленные на сведение к технически и экономически обоснованному рациональному минимуму неоправданного многообразия различных изделий, деталей, узлов, технологических процессов и документации.

Установ - часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемой заготовки (заготовок) или собираемой сборочной единицы.

Форма подтверждения соответствия - определенный порядок документального удостоверения соответствия продукции или иных объектов, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров (по ФЗ о техническом регулировании). Формы обязательного подтверждения соответствия: обязательная сертификация, декларирование соответствия (принятие декларации о соответствии), форма добровольного подтверждения соответствия - добровольная сертификация.

ВВЕДЕНИЕ

Рассматриваемое направление подготовки включает в себя разработку и создание функционально законченных сложных многоуровневых электронных средств, приборов, устройств и систем, использующих элементы и блоки, созданные на базе последних достижений приборостроения и микроэлектроники.

Область профессиональной деятельности включает: исследование, проектирование и технологии производства электронных средств, отвечающих целям их функционирования, требованиям надежности, дизайна, условиям эксплуатации и маркетинга.

Отличительной чертой подготовки по указанному направлению является ее комплексный и междисциплинарный характер, который требует особых методических приемов и подбора соответствующего научного, учебно-методического и учебного материала.

Объектами профессиональной деятельности являются: радиоэлектронные средства, электронно-вычислительные средства, микроволновые электронные средства, нанoeлектронные средства, технологические процессы производства, технологические материалы и технологическое оборудование, специализированное программное обеспечение, конструкторская и технологическая документация, методы и средства настройки и испытаний, контроля качества и обслуживания электронных средств, методы конструирования электронных средств, методы разработки технологических процессов.

Выпускник по направлению подготовки «Конструирование и технология электронных средств» готов к следующим видам профессиональной деятельности: проектно-конструкторской, производственно-технологической, научно-исследовательской, организационно-управленческой, монтажно-наладочной и сервисно-эксплуатационной.

Выпускник по направлению подготовки «Конструирование и технология электронных средств» может занимать должности «инженер – конструктор электронных средств», «инженер – технолог электронных средств» (включая профили и специализации, предусмотренные профессиональными стандартами, разработанными согласно правилам разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, № 4, ст. 293) (<http://profstandart.rosmintrud.ru>)).

Наименование документа	Код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности
ОКЗ	2144	Инженеры-электроники, инженеры-конструкторы, инженеры-технологи, инженеры по связи и приборостроению
ОКСО (Общероссийский классификатор специальностей по образованию)	211000	Конструирование и технология электронных средств
	210201	Проектирование и технология радиоэлектронных средств
	210301	Радиофизика и электроника
	210302	Радиотехника (специалитет)
	210304	Радиоэлектронные системы
ОКНПО (Общероссийский классификатор начального профессионального образования)	210306	Радиоаппаратостроение
	210312	Аудиовизуальная техника
	210402	Средства связи с подвижными объектами
	210403	Защищенные системы связи
	210404	Многоканальные телекоммуникационные системы
ОКСВНК (Общероссийский классификатор специальностей высшей научной квалификации)	210405	Радиосвязь, радиовещание и телевидение
	210406	Сети связи и системы коммутации
	210700	Инфокоммуникационные технологии и системы связи
	210400	Радиотехника (бакалавриат)

Обобщенные трудовые функции и уровни квалификации (<http://profstandart.rosmintrud.ru>):

- производство, внедрение и эксплуатация электронных средств и электронных систем различного назначения (код группы проф. квалификации - А6);
- разработка и проектирование электронных средств и электронных систем различного назначения (код группы проф. квалификации - В7);
- проведение научно-исследовательских работ с целью совершенствования электронных средств и электронных систем различного назначения (код группы проф. квалификации - С8).

Нормативный срок, общая трудоемкость освоения основных образовательных программ (в зачетных единицах)* и соответствующая квалификация (степень) приведены ниже.

Наименование ООП	Квалификация (степень)		Нормативный срок освоения ООП	Трудоемкость (в зачетных единицах)
	Код в соответствии с принятой классификацией ООП	Наименование		
ООП бакалавриата	62	бакалавр	4 года	240**)
ООП магистратуры	68	магистр	2 года	120**)

*) одна зачетная единица соответствует в среднем 36 академическим часам;

**) трудоемкость основной образовательной программы по очной форме обучения за учебный год равна 60 зачетным единицам.

Профильная направленность ООП определяется профилирующей кафедрой МГТУ им. Н.Э. Баумана, реализующей образовательную программу по соответствующему направлению подготовки. К основным профилям направления относятся:

№	Наименование профиля
1	Проектирование и технология электронно-вычислительных средств
2	Проектирование и технология радиоэлектронных средств
3	Конструирование и технология микроволновых средств
4	Конструирование и технология наноэлектронных средств
5	Технология электронных средств
6	Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств
7	Информационные технологии проектирования электронно-вычислительных средств
8	Информационные технологии проектирования СВЧ устройств
9	Информационные радиоэлектронные средства
10	Информационные навигационные средства и системы

Образовательный стандарт МГТУ им. Н.Э. Баумана имеет общность структуры требований с ФГОС ВПО и позволяет выполнять их функции в части обеспечения единства образовательного пространства Российской Федерации и качества образования.

1 Общие положения

В соответствии с Законом Российской Федерации «Об образовании» (Ведомости Съезда народных депутатов Российской Федерации и Верховного Совета Российской Федерации, 1992, N 30, ст.1797; Собрание законодательства Российской Федерации, 1996, N 3, ст.150; 1997, N 47, ст.5341; 2000, N 30, ст.3120, N 33, ст.3348; 2002, N 7, ст.631, N 12, ст.1093, N 26, ст.2517, N 30, ст.3029) освоение образовательных программ высшего профессионального образования завершается обязательной итоговой аттестацией выпускников.

Целью итоговой государственной аттестации является установление соответствия его подготовки требованиям государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (включая федеральный, национально-региональный и компонент образовательного учреждения) [1-4] и уровня подготовки выпускника высшего учебного заведения к выполнению трудовых функций (<http://profstandart.rosmintrud.ru>).

Итоговая государственная аттестация выпускников проводится в аккредитованных высших учебных заведениях (и их филиалах) по всем основным образовательным программам высшего профессионального образования, имеющим государственную аккредитацию.

К итоговым аттестационным испытаниям, входящим в состав итоговой государственной аттестации, допускается лицо, успешно завершившее освоение основной образовательной программы по направлению подготовки (специальности) высшего профессионального образования, разработанной высшим учебным заведением в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования в полном объеме.

При условии успешного прохождения всех установленных видов итоговых аттестационных испытаний, входящих в итоговую государственную аттестацию, выпускнику высшего учебного заведения присваивается соответствующая квалификация (степень) и выдается диплом государственного образца о высшем профессиональном образовании.

Дорожная карта при подготовке КРБ в течение 7-го и 8-го семестров включает:

1. Согласование технического задания на КРБ в письменном виде в начале 6-го семестра (типовое ТЗ с особенностями конкретного разрабатываемого изделия, макет которого должен быть реализован физически и представлен на защите) и окончательное утверждение в начале 7-го семестра.

2. Согласование типового календарного плана выполнения задания на КРБ в начале 6-го семестра, который учитывает все этапы схмотехнического и конструкторско-технологического проектирования устройства, объемы в часах, количество недель на каждый этап, контрольные даты и сроки аттестаций промежуточных этапов.

3. КРБ базируется на материалах предметных курсовых работ: КР по схмотехнике (6-ой семестр), КР по технологии (7-ой семестр), КР по ТОКИН (7-ой семестр). Рекомендуются выполнять курсовые работы по единому комплексному заданию.

4. Аттестация промежуточных этапов квалификационной работы проводится в сроки, предусмотренные календарным планом, и учитывается при сдаче зачета по КНИРС.

5. В ходе 7 и 8 семестров по единому комплексному заданию выполняется макетирование разрабатываемого устройства и осуществляется разработка комплекта документации на него (РПЗ и графическая часть - 5 листов формата А1). Макетирование устройства проводится на базе инфраструктуры лаборатории цифрового инструментального производства кафедры (FAB LAB) и включает:

- индивидуальная трассировка коммутационных структур и изготовление макетов;
- индивидуальная сборка и монтаж модулей с распайкой навесных компонентов;
- индивидуальное изготовление несущих конструкции и корпуса устройства;
- индивидуальное изготовление необходимой оснастки и приспособлений, разработка управляющих программ для станков с ЧПУ и т.п.;

- проведение испытаний и функционального тестирования разработанного устройства.

6. Подготовка итогового комплекта документации на устройство по единому комплексному заданию (8 семестр, РПЗ и графическая часть - 5 листов формата А1, в учебном плане 8-ого семестра предусмотрено 4 недели (май) свободных от текущих занятий на оформление РПЗ и графической части, сопровождающих защиту бакалаврской работы);

7. По результатам защиты КРБ, с учетом текущей успеваемости студенты могут получить рекомендацию для дальнейшего обучения в магистратуре.

На основе результатов защиты КРБ выпускнику бакалавриата присваивается квалификация бакалавра. Он ориентирован на выполнение обобщенных трудовых функции бакалавра-инженера по уровням квалификации А6, В7 профессионального стандарта (<http://profstandart.rosmintrud.ru>).

Правом на поступление в магистратуру обладают лица, успешно завершившие обучение по одной из основных образовательных программ высшего профессионального образования и имеющие диплом бакалавра или специалиста.

Приём в магистратуру осуществляется ежегодно в период с 15 июня по 15 сентября: по направлениям и программам магистерской подготовки.

Зачисление в магистратуру осуществляется на конкурсной основе с указанием направления магистратуры, программы (специализации) и научного руководителя.

Выпускнику магистратуры на основе защиты магистерской диссертации присваивается степень магистра техники и технологий. Он ориентирован на выполнение обобщенных трудовых функции по уровням квалификации В7, С8 профессионального стандарта (<http://profstandart.rosmintrud.ru>).

2 Методические рекомендации по организации и проведению итоговой государственной аттестации бакалавров по направлению подготовки “Конструирование и технология электронных средств”

2.1 Общие требования к итоговой государственной аттестации бакалавра

Итоговые аттестационные испытания предназначены для определения уровня подготовки бакалавра к выполнению практических профессиональных задач, установленных государственным образовательными и профессиональными стандартами.

Аттестационные испытания, входящие в состав итоговой государственной аттестации выпускника, должны полностью соответствовать основной образовательной программе высшего профессионального образования, которую он освоил за время обучения.

К итоговым аттестационным испытаниям, допускается лицо, успешно завершившее в полном объеме освоение основной образовательной программы по направлению подготовки, разработанной высшим учебным заведением в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Итоговая государственная аттестация бакалавра по направлению подготовки “Конструирование и технология электронных средств” состоит из квалификационной работы и сдачи государственного экзамена.

Квалификационная работа включается в учебные планы с целью проверки применения студентами теоретических знаний и практических навыков для решения конкретных научно-технических, экономических или социальных задач по направлению обучения;

Очная защита КРБ организуется с целью проверки и объективной оценки приобретенных умений и навыков по схемотехнической, конструкторской и технологической разработке электронных модулей различного назначения.

Итоговые аттестационные испытания проводятся в соответствии с Положением об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений Российской Федерации, утвержденным приказом МОН России от 25.03.2003 № 1155, и с учетом рекомендаций Учебно-методического объединения.

2.2 Организация выполнения КРБ

Организация работы над КРБ, ее методическое обеспечение, контроль соответствия содержания установленным требованиям осуществляет выпускающая кафедра во взаимодействии с другими профилирующими кафедрами МГТУ им. Н.Э. Баумана и отраслевыми факультетами.

Реализация задач выполнения КРБ должна сопровождаться максимальным использованием выпускником результатов, полученных в ходе проектной деятельности по единому комплексному заданию, при выполнении домашних заданий, курсовых работ и проектов, КНИРС и производственной практики [1-7].

Выполнение КРБ осуществляется по согласованному с руководителем и утвержденному заведующим кафедрой заданию каждым студентом индивидуально и содержит в себе графическую часть, расчетно-пояснительную записку. Автор обязан представить на защите натурный, работоспособный макет разработанного устройства.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать решение поставленных в задании алгоритмических, схемотехнических, конструкторских, технологических и научно-исследовательских задач. Графическая часть и расчетно-пояснительная записка выполняются в соответствии с требованиями ГОСТов ЕСКД, ЕСТД и ЕСПД.

За принятые в КРБ технические и экономические решения, их достоверность, соответствие требованиям регламентов и стандартов, за правильность всех расчетов, графических работ и материалов отвечает студент - автор работы. Руководитель КРБ являясь идеологом работы, методически направляет и помогает студенту по ходу выполнения работы.

Мнение руководителя и консультантов по результативности выполнения КРБ, актуальности и глубине решенных задач обучаемым, приводится в отзыве.

Для руководства выполнением КРБ из числа ведущих преподавателей кафедры назначается руководитель КРБ, а также формируются консультационные группы, включающие консультантов по схемотехническому, конструкторскому, технологическому и программно-техническому разделам КРБ.

Работа над КРБ начинается на 6-ом семестре в рамках реализации проектной деятельности по **«единому комплексному заданию»**. Задание на КРБ выдается на 6 семестре и в дальнейшем может уточняться и конкретизироваться. На распределенной производственной практике, которая проходит в течение 7-8 семестров обучения, студент формирует общую базу конструкторско-технологических решений, на основе которой в дальнейшем выполняет проектирование заданного в рамках КРБ устройства.

Проект задания на выполнение КРБ формулируется и уточняется во время выдачи единого комплексного задания на курсовые работы 6 семестра, которые выполняются, как правило, по тематике связанной с КРБ, согласуется с руководителем КРБ от кафедры и утверждается у заведующего кафедрой.

При работе над КРБ студент должен проявить самостоятельность. Поощряется оформление автором КРБ охранных документов на объекты интеллектуальной собственности, полученные в рамках КРБ, публикация результатов в периодической печати и апробация на научно-технических конференциях.

Еженедельно студент отчитывается о ходе выполнения работы перед своим руководителем, о чем ставятся соответствующие отметки в календарном плане.

По завершению работы над КРБ руководитель КРБ проверяет содержание и комплектность расчетно-пояснительной записки, графической части с целью определения готовности работы к защите.

Проверка расчетов, указание на технические, грамматические и стилистические ошибки входит в обязанности руководителя, за их исправление и представленную работу полностью несет ответственность студент, являющийся автором КРБ.

Полностью законченная КРБ, подписанная студентом, руководителем и консультантами, вместе с отзывом руководителя и рецензией внешнего рецензента передается ученому секретарю ГАК не позднее, чем за неделю до даты защиты. Последний решает вопрос о допуске студента к защите, формирует полный пакет документов по квалификационной работе и передает его в Государственную аттестационную комиссию.

В том случае, когда руководитель КРБ не считает возможным допустить студента к защите работы, этот вопрос выносится на рассмотрение кафедры с обязательным участием руководителя, консультантов и администрации.

Студент, не выполнивший в срок КРБ или получивший при защите неудовлетворительную оценку, отчисляется из университета с предоставлением ему права защиты на следующий год.

2.3 Общие требования к квалификационной работе бакалавра

КРБ должна представлять собой инженерный проект, связанный с решением отдельных задач, определяемых особенностями подготовки по направлению “Конструирование и технология электронных средств”. Квалификационная работа должна быть оформлена в виде рукописи, согласно требований действующих регламентов и стандартов.

КРБ по направлению “Конструирование и технология электронных средств” подаётся в Государственную экзаменационную комиссию (ГЭК) в виде сброшюрованной рукописи в жесткой обложке, в приложение включается графическая часть КРБ, полученные на нее рецензии и отзывы. КРБ в соответствии с СОС ВПО должна представлять собой самостоятельную и логически завершённую практическую разработку электронного устройства с полным комплектом документации для его воспроизводства. Все материалы в электронном виде записываются на диск, который вкладывается в конверт и вклеивается в расчетно-пояснительную КРБ.

Исходными данными к КРБ являются заданные функциональные характеристики и параметры, которыми должно обладать проектируемое устройство.

Содержание КРБ носит модульный характер и должно учитывать требования СОС ВПО к профессиональной подготовленности студента и, по сути, в зависимости от темы может включать в себя:

- обоснование выбора предмета и постановку задачи исследования, выполненные на основе обзора научно-технической литературы, в том числе с учетом периодических научных изданий, концептуальные модели, классификации, анализ противоречий и постановка проблемы (задач) (глава 1);
- логическое и алгоритмическое проектирование устройства, анализ математических моделей и методов, лежащих в основе функционирования устройства, структурно-функциональные, объектные и пр. модели и т.п. (2 глава);
- конструкторское (3 глава) и технологическое (4 глава) проектирование;
- экспериментально – исследовательскую часть, содержащую методы и средства исследований функциональных параметров устройства, программы, методики и результаты необходимых испытаний (глава 5);
- анализ полученных результатов и выводы по достигнутым функциональным параметрам созданного устройства;
- список использованных источников.

Графическая часть КРБ должна включать комплект конструкторско-технологической документации, подготовленный в соответствии с требованиями действующих регламентов и стандартов. Комплектность графической документации определяется разработчиком и согласуется с руководителем КРБ.

К типовому составу графической части КРБ относят (перечень возможных документов см. в разделе 2.4):

- Лист 1 (А1): Схемотехническое проектирование: схема электрическая структурная (Э1), схема электрическая функциональная (Э2), схема электрическая принципиальная (Э3), перечень элементов;
- Лист 2 (А1): Логическое проектирование: Анализ модельных временных диаграмм. Алгоритмическое проектирование. Результаты модельных расчетов.
- Лист 3 (А1): Конструкторское проектирование: Рабочий чертеж печатной платы. Рабочие чертежи деталей. Сборочный чертеж функциональных узлов. Сборочный чертеж несущих конструкций. 3D компоновка, чертежи общего вида.
- Лист 4 (А1): Технологическое проектирование: Схема сборки. Эскизы переходов. Проектирование приспособлений и оснастки. ПО по автоматизации производства.
- Лист 5 (А1): Экспериментальные исследования: Структура и состав экспериментального стенда. Анализ экспериментальных временных диаграмм. Анализ результатов испытаний и опытной эксплуатации устройства.

Представление результатов КРБ на защите завершается демонстрацией работы действующего макета созданного устройства.

2.4 Примерная тематика квалификационных работ бакалавров

Направление обучения включает в себя разработку и создание функционально законченных многомодульных приборов, устройств и систем.

На защите в обязательном порядке должен быть представлен и продемонстрирован работающий физический макет разработанного устройства!

К числу таких приборов, устройств и систем можно отнести:

- различные устройства функциональной, потребительской и специальной электроники, радиотехники и вычислительной техники;
- различного рода информационные системы, включающие системы локации и связи, системы сбора, обработки и передачи данных, датчики и сенсоры, а также устройства мехатроники на их основе;
- биомедицинские приборы и устройства, включающие приборы и устройства диагностики и терапии;
- измерительное и аналитическое оборудование для диагностики и анализа структур, материалов и систем.

Поскольку бакалаврские работы должны носить квалификационный и, одновременно, аттестационный характер, темы работ должны:

- отвечать требованиям актуальности;
- обеспечивать самостоятельность выполнения работы;
- предусматривать критическую проработку достаточно большого объема технической литературы;
- предоставлять возможность использования при подготовке работы знаний, приобретенных при изучении фундаментальных дисциплин,
- обеспечивать возможность анализа технико-экономической или научной значимости проделанной работы.

В задании на КРБ должно быть отражена необходимость решения комплекса конструкторско-технологических задач по разработке конкретного электронного устройства (таблица 2.4.1), например:

- математическое моделирование принципов функционирования устройства или отдельных его частей, логическое и алгоритмическое проектирование;
- разработка, моделирование и расчет принципиальной схемы устройства;
- обоснование выбора элементной базы проектируемого устройства (типы КМО, КМП), габариты корпусов, посадочные места);
- проектирование печатных плат (ПП) и проводящего рисунка (разводка проводящего рисунка, расчет по электрическим параметрам, компенсация индуктивных и емкостных воздействий, выбор типа ПП и класса точности рисунка, рабочий чертеж ПП).
- конструкторское проектирование и эргодизайн: выбор и обоснование методов пространственной компоновки устройства (корпуса, каркасы, детали крепления и ориентации модулей и др.), конструкторская проработка, детализовки, сборки, проектирование корпуса устройства (или выбор типового (стандартного) с учетом: габаритов электронных модулей (ЭМ) или размещения нескольких ЭМ, конструкций разъемов (вход, выход), размещение источников питания, возможности подключения к ПЭВМ или устройств отображения информации; отработка корпуса ЭС на технологичность с точки зрения: метода изготовления, технологии сборки, герметизации и др.;
- конструкторско-технологические расчеты (электрических параметров устройства, надежности устройства (с учетом разработанных на кафедре методик), устойчивости к внешним воздействиям (удары, вибрации, температурные и другие атмосферные воздействия), расчет технологичности ЭМ и всего устройства по базовым и комплексному

показателям, расчеты сопровождаются обоснованным выбором компонентов, конструкционных материалов (платы, корпуса), методов получения контактных соединений;

- программно-аппаратный подход к разработке устройства ЭС (применение ПЛИС и микроконтроллеров, разработка программного обеспечения, создание ЭС на основе типовых вычислительных платформ, программная разработка определенных функций устройства);

- технологическое проектирование разрабатываемого устройства (компоновка ЭМ 1-ого уровня с обеспечением его технологичности, адаптация разработанных коммутационных структур к серийному производству, разработка схемы сборки всего устройства и отдельных модулей, разработка маршрутного ТП, проектирование операционного ТП при заданном объеме выпуска устройства, выбор оборудования для основных операций сборки и обоснование уровня их автоматизации, проектирование отдельных видов технологической оснастки, экспериментальные исследования отдельных технологических операций, проектирование индивидуальных (не типовых) ТП изготовления деталей и сборки разработанных устройств, разработка технологической документации, выбор метода изготовления ПП и разработка ТП с учетом особенностей конструкции платы).

Название КРБ должно отражать физический объект проектирования, методики, модели и пр. не могут являться предметом КРБ (см. таблицу 2.4.1).

Последовательность выполнения КРБ должна соответствовать этапам типового **маршрута** проектирования изделий электронной техники, результаты проектирования должны быть оформлены согласно требований ЕСКД, ЕСТД, ЕСТП и др. нормативных документов и реализованы в виде действующего физического макета устройства.

Итогом проектной деятельности в рамках КРБ является продукт – который представляется комплектом конструкторско-технологической документации на разработанное устройство, обеспечивающим его многократное и повторяемое изготовление при заданном объеме выпуска.

Таблица 2.4.1 – Примеры типовых вариантов заданий для квалификационной работы бакалавра

№	Название	Краткие технические требования (исходные данные)	Примечание
Уровень сложности А : Цифровое или аналоговое устройство с элементами заимствованных узлов			
1	Усилитель низкой частоты на биполярных транзисторах	Однополярный источник питания +9 В, выходная мощность 5 Вт, полоса 10-500 Гц.	
2	Генератор прямоугольных импульсов	Регулируемая частота колебаний 1-10 кГц, аттенюатор 1:10.	
3	Регулятор мощности на тиристоре	Плавная регулировка мощности 0-100 Вт, питание +12 В.	
4	Фотореле на фототранзисторе	Управление нагрузкой в зависимости от освещенности, питание +9 В.	
5	Микрофонный усилитель на транзисторах	Коэффициент усиления 20 дБ, питание +12 В.	
6	Фазовращатель на полевых транзисторах	Плавная регулировка фазы 0-180 град.	
7	Автомобильный антенный усилитель 12В	Коэффициент усиления: 20 ± 3 дБ., Диапазон частот: 0,1...150 МГц., Неравномерность АЧХ не более: 0,5 дБ., Волновое сопротивление кабеля: 75 Ом., Напряжение питания: 6,0...15,0 В., Ток потребления не более: 10 мА.	
8	Активный блок обработки сигнала для саббуферного канала	Напряжение питания, однополярное, 3 - 30 В., Ток потребления: 50 мА., Размах входного нап.: (0 - $U_{п}$) В. Число входов: 2.	
Уровень сложности В: Разработанное цифровые и аналоговые устройство с заимствованными корпусом, блоком питания и т.п.			
1	Электронные часы с индикаторными лампами	Индикация времени на индикаторах ИН, питание +-15В.	
2	Мостовой драйвер шагового двигателя на полевых транзисторах	Регулировка скважности управляющих импульсов 0-100%	
3	Ламповый усилитель для наушников	Выходная мощность 0,5 Вт, питание +300 В.	
4	Двухтактный усилитель низкой частоты на полевых транзисторах	Выходная мощность 100 Вт, питание +-50 В.	
5	Зарядное устройство для литиевых аккумуляторов	Плавная регулировка тока заряда 1-50 мА	
6	N-х канальная цветомузыкальная приставка	Напряжение питания: постоянное + 9 В и переменное 220 В, Ток потребления, не более: 2 мА (по цепи 9 В), Максимальная мощность на канал: 800 Вт.	
7	Автономная GSM-SMS сигнализация "Термостат-тревожная кнопка"	Диапазон напряжения питания, В: 3,6-4,2, Номинальное напряжение питания, В: 3,7, Напряжение заряда АКБ, В: 5, Напряжение оптовыхода ~	

		или =, не более, В: 230, Макс. ток оптореле, не более, мА: 5., Макс. мощность оптореле, не более, Вт: 1., Пределы контроля температуры, 0С: -55/+125.	
Уровень сложности С: полностью самостоятельно разработанное и изготовленное аналого-цифровое устройство с разработанными и изготовленными корпусом, блоком питания и т.п.			
1	Металлоискатель с микроконтроллерным управлением	Цифровое управление и индикация режимов работы	
2	Двухканальный цифровой осциллограф	Полоса до 50 МГц, вывод данных на ЖК-индикатор	
3	Внешняя звуковая карта	Прием данных по шине USB	
4	Цифровой усилитель класса D	Выходная мощность 400 Вт, КПД - 90%	
5	Универсальный цифровой генератор	Выбор формы выходного сигнала, плавная регулировка частоты и уровня сигнала	
6	4-х канальный микропроцессорный таймер, термостат, часы	Напряжение питания, постоянное: 9...15 В., потребляемый ток, не более: 200 мА, количество подключаемых датчиков температуры: 4, количество каналов для управления нагрузкой: 4, максимальный допустимый ток при постоянной нагрузке на 220 В, 0.1 А, максимальный импульсный ток (при управлении мощными симисторами): до 1 А, Индикация: текстовая LCD 16*2, дискретность программирования таймера: 1 с, максимальное количество шагов программы: 32, диапазон температур термометра-терморегулятора: -55...+125 0С, разрешающая способность термостатирования: 0,1 0С, связь с ПК: RS232 (COM - порт).	
7	USB внутрисхемный программатор микроконтроллеров	Напряжение питания: 5 В (по шине USB), Ток потребления: не более 50 мА, Интерфейс подключения к ПК: USB Вид контроллеров задается по варианту задания.	
8	Интеллектуальные МЭМС сенсоры	Сенсорные системы различного функционального состава и назначения (датчики физических величин). Исходные данные на конкретный датчик формулируются руководителем работ	

Нормативными документами определен единый порядок разработки и постановки на производство продукции технического назначения, в том числе и ЭА. На всех этапах жизненного цикла (разработка – производство – эксплуатация) ЭА сопровождает *техническая документация (ТД)*. Состав этой документации и ее содержание регламентируется Национальными стандартами и техническими регламентами (ТР). В настоящее время в стране действуют большое количество стандартов и регламентов, которые сгруппированы по направлениям жизненного цикла изделий в следующие комплексы:

- Единая система конструкторской документации (ЕСКД);
- Единая система технологической документации (ЕСТД);
- Единая система программной документации (ЕСПД);
- Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП);
- Единая система защиты изделий и материалов от коррозии, старения и биоповреждений (ЕСЗКС);
- и др.

В частности, стандартом ГОСТ 2.103-68 установлены следующие основные стадии разработки:

- техническое предложение (ТП);
- эскизный проект (ЭП);
- технический проект (ТП).

Основой для разработки является расширенное техническое задание (ТЗ), содержание которого устанавливает ГОСТ 15.001-88. В ТЗ излагаются назначение и область применения разрабатываемой ЭА, технические, конструктивные, эксплуатационные и экономические требования к ЭА, условия по ее хранению и транспортированию, требования по надежности, правила проведения испытаний и приемки образцов в производстве.

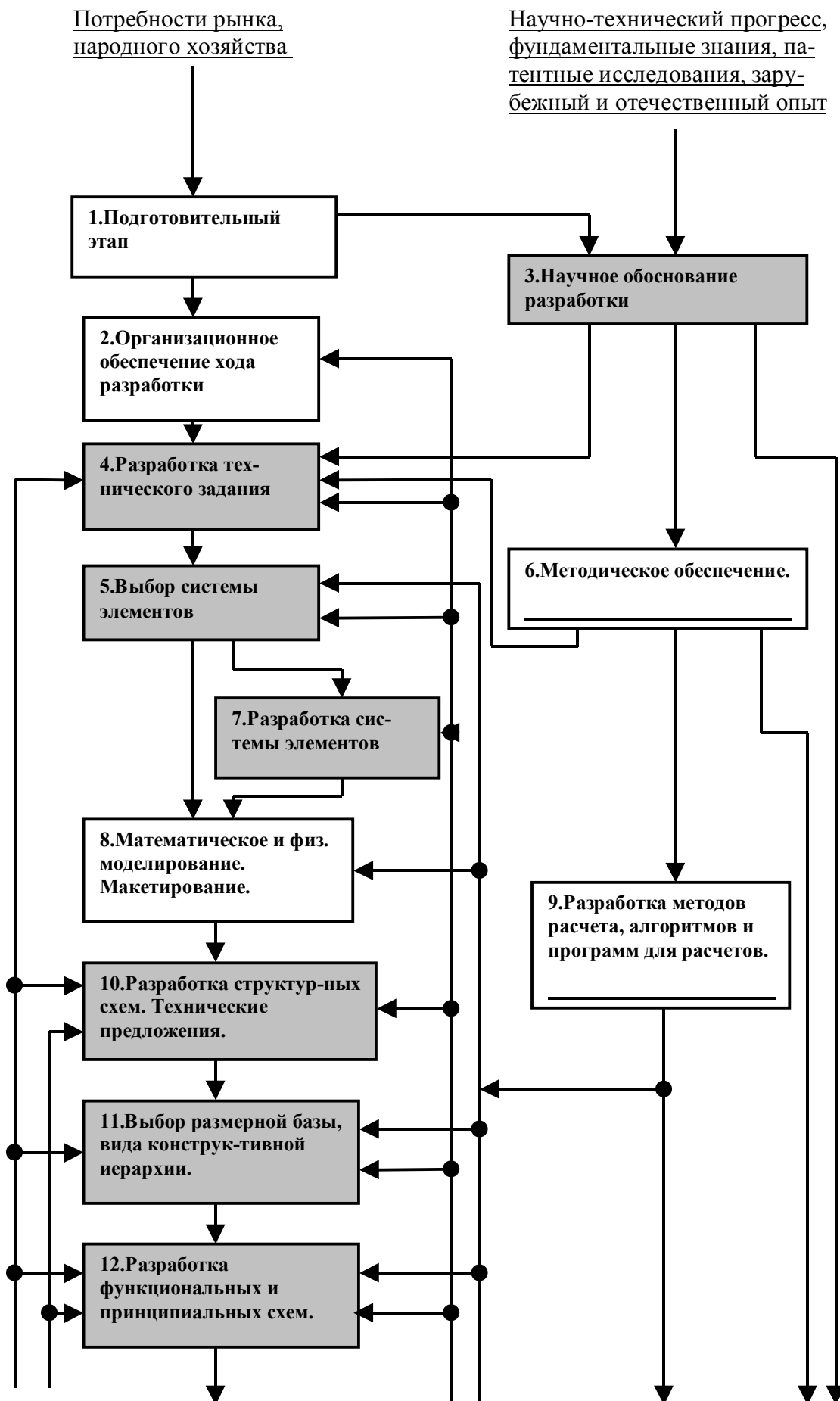
На стадии технических предложений (ГОСТ 2.118-73) производится анализ существующих технических решений, патентные исследования, проработка возможных вариантов создания ЭА, выбор оптимального решения, макетирование отдельных узлов ЭА, выработка требований для последующих этапов разработки (эта стадия проектирования находит отражение в главе 1-2 РПЗ КРБ).

На стадии эскизного проектирования (ГОСТ 2.119-73) проводится модельная физико-математическая, алгоритмическая, конструкторская и технологическая проработка выбранного варианта реализации ЭА; изготавливается действующий образец или серия ЭА; проводятся их испытания в объеме, достаточном для подтверждения заданных в техническом задании технических и эксплуатационных параметров; организуется разработка в полном объеме необходимой конструкторской документации, которой присваивается литера «Э»; прорабатываются основные вопросы технологии изготовления, наладки и испытания элементов, узлов, устройств и ЭА в целом (эта стадия проектирования находит отражение в главах 3-4 РПЗ КРБ).

На стадии технического проекта (ГОСТ 2.120-73) принимаются окончательные решения о конструктивном оформлении ЭА и составляющих ее узлов, разрабатывается полный комплект конструкторской и технологической документации, которой присваивается литера «Т», изготавливается опытная серия ЭА, проводятся испытания ЭА на соответствие заданным в ТЗ техническим и эксплуатационным требованиям. Результаты технического проектирования являются основой для разработки полного комплекта рабочей конструкторской документации, которой присваивается литера «О».

В последующем осуществляется технологическая подготовка производства, выпуск установочной серии и организация серийного (массового) выпуска ЭА.

В последние годы применительно к продукции технического назначения используется термин *жизненный цикл*, под которым понимаются все этапы создания изделия, начиная с разработки ТЗ и кончая эксплуатацией готовых изделий. Жизненный цикл ЭС, разделенный на этапы ее разработки, изготовления и эксплуатации, представлен на рисунке 2.4.1.



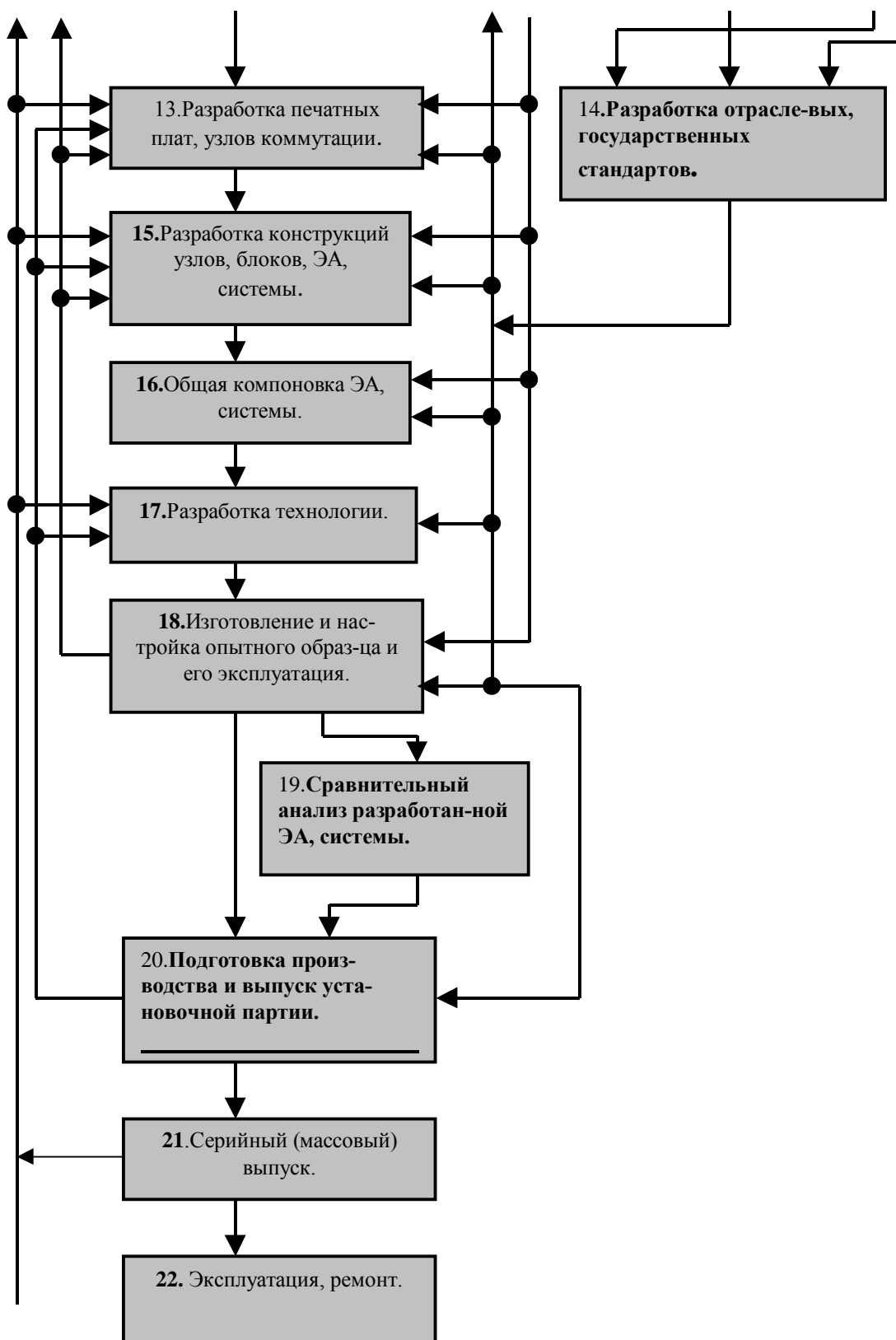


Рисунок 2.4.1 – Обобщенный маршрут жизненного цикла изделий электронной техники (обобщенное содержание КРБ)

Затенены на рисунке 2.4.1 те этапы, полное или частичное выполнение которых зависит от участия в их выполнении конструкторов и технологов. К эскизному проектированию можно отнести этапы 1...6, к техническому проекту – этапы 7...19.

Все вышесказанное относится к вновь создаваемой ЭА, в которой используются принципиально новые технические решения. В последние годы в связи с развитием предприятий, специализирующихся на разработке и производстве отдельных узлов и устройств ЭА, появилась возможность существенного сокращения трудовых и временных затрат на создание крупносерийных или массовых изделий (так называемые сборочная или «отверточная» технология). В этом случае разработчикам ЭА необходимо тщательно подобрать комплектующие изделия, чтобы созданная ими аппаратура была технологичной в изготовлении, удобной в эксплуатации и конкурентоспособной, а так же выполнить ряд работ, предусмотренных схемой на рисунке 2.4.1, например, выпуск документации, проведение испытаний и т.д.

Основная задача стандартизации: обеспечить единую нормативно-техническую, информационную, методическую и организационную основу проектирования, производства и эксплуатации изделий. При этом обеспечивается использование единого технического языка и терминологии, взаимообмен документацией между предприятиями без ее переоформления, совершенствование организации проектных работ, возможность автоматизации разработки технической документации с унификацией машинно-ориентированных форм документов, совершенствование способов учета, хранения и изменения документации и др.

Основой формализации проектирования является привязка к «коду документа» - уникальному для каждого документа обозначению КД - условному цифро-буквенному коду (децимальному номеру), однозначно идентифицирующему любую разработку в рамках как одного предприятия, так и всей отрасли и т.д. На рисунке представлен пример для введения «кодов документа» для организации кафедрального документооборота. Коды документов на уровне предприятий и отраслей определяются соответствующими нормативными документами. Реализовав привязку к коду документа, в дальнейшем имеется возможность полностью проследить всю иерархию зависимых документов и всю их динамику.

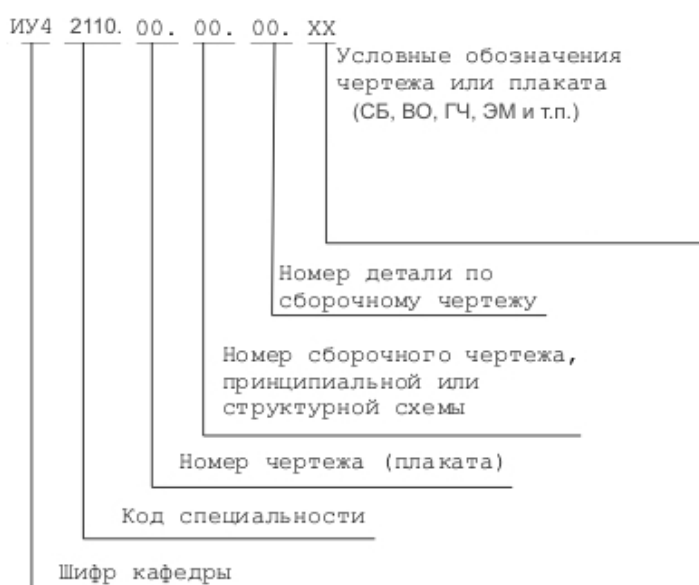


Рисунок 2.4.2 - Принципы формирования кодов конструкторско-технологических документов (чертеж детали и спецификация в обозначении документа буквенного шифра не имеют)

Figure 1.1 shows the layout of a drawing sheet. The overall dimensions are 185 units in width and 40 units in height (8x5=40). The layout includes a title block on the left, a drawing area in the center, and a table of contents on the right. Dimensions for margins and blocks are provided.

Копировал	Формат
5)	50

Figure 1.1 shows the layout of a drawing sheet. The sheet is 11x5=55 units high and 185 units wide. It is divided into three horizontal zones: (1) top, (2) middle, and (3) bottom. Zone (1) contains a table with columns for 'Изм.', 'Лист', '№ докум.', 'Подп.', and 'Дата'. Zone (2) contains a table with columns for 'Литера', 'Масса', and 'Масштаб'. Zone (3) contains a table with columns for 'Лист (7)' and 'Листов (8)'. Dimensions for margins and internal spacing are provided for each section.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
(14)	(15)	(16)	(17)	(18)

Литера	Масса	Масштаб
(4)	(5)	(6)

Лист (7)	Листов (8)
(7)	(8)

Technical drawing of a drawing sheet layout. The sheet is 185 units wide and 3x5=15 units high. Margins are 7, 10, 23, 15, 10, 110, and 10 units. A table at the bottom contains fields for sheet number, document number, signature, date, and format.

(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(2)	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		(7)

Копировал _____ Формат _____

8)

26

Принципы заполнения штампа чертежей по ГОСТ.

Графа 1 – наименование изделия (в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73).

Графа 2 – обозначение графической части работы.

Графа 3 – обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей).

Графа 4 – литера, присвоенная данному документу по ГОСТ 2.103-68 (графу заполняют последовательно, начиная с крайней левой клетки).

Графа 5 – масса изделия по ГОСТ 2.109-73.

Графа 6 – масштаб (проставляют в соответствии с ГОСТ 2.302-68 и ГОСТ 2.109-73).

Графа 7 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, эту графу не заполняют).

Графа 8 – общее число листов документа (графу заполняют только на первом листе).

Графа 9 – наименование университета и учебной группы.

Графа 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ.

Графа 11 – фамилии лиц, подписавших документ.

Графа 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11.

Графа 13 – дата подписания документа.

Графы 14-18 – данные из граф таблицы изменений, которые заполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.503-74.

Конструкторские документы (КД) – графические и текстовые документы, отдельно или в совокупности, определяющие состав и устройство изделия, и содержащие необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

Стандартам ЕСКД присваиваются обозначения на основе классификационного принципа. Номер стандарта составляется из цифры 2, присвоенной классу стандартов ЕСКД, одной цифры после точки, обозначающей классификационную группу стандартов в соответствии с таблицей 2.4.2, числа, определяющего порядковый номер стандарта в данной группе, и двузначной цифры (после тире), указывающей год регистрации стандарта. Например, обозначение стандарта ЕСКД «ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению» имеет вид: ГОСТ 2.701-84. То есть ГОСТ – это категория нормативно-технического документа (национальный стандарт), 2 – его класс (стандарты ЕСКД), 7 – его классификационная группа, 01 – его порядковый номер в группе, 84 – год его регистрации.

Таблица 2.4.2 - Классификационные группы стандартов в ЕСКД

Шифр группы	Содержание стандартов в группе
0	Общие положения.
1	Основные положения.
2	Классификация и обозначение изделий в КД.
3	Общие правила выполнения чертежей.
4	Правила выполнения чертежей изделий машиностроения и приборостроения.
5	Правила обращения КД (учет, хранение, дублирование, внесение изменений).
6	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации.
7	Правила выполнения схем.
8	Правила выполнения документов строительных, судостроительных и горных дел.
9	Прочие стандарты.

К графическим конструкторским документам относятся (разрабатываемые в рамках КРБ чертежи выбираются из данного перечня и указываются в задании к КРБ):

- *чертеж детали* – изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.
- *сборочный чертеж (СБ)* – изображение сборочных единиц и других деталей, необходимых для сборки и контроля изделия.
- *чертеж общего вида (ВО)* – определяет конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей и поясняет принцип его работы.
- *теоретический чертеж (ТЧ)* – определяет геометрическую форму (обводы) изделия и координаты расположения его основных частей.
- *габаритный чертеж (ГЧ)* – контурное изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами.
- *электромонтажный чертеж (ЭМ)* – содержит данные для электрического монтажа изделия.
- *монтажный чертеж (МЧ)* – контурное изображение изделия и данные для его установки на месте применения.
- *установочный чертеж (УЧ)* – данные для установки изделия.
- *схема* – составные части изделия в виде условных изображений или обозначений и связи между ними.

К текстовым конструкторским документам относятся:

- *спецификация* – определяет состав сборочной единицы, комплекса, комплекта.
- *ведомость спецификаций (ВС)* – перечень всех спецификаций составных частей изделия с указанием их количества и входимости.
- *ведомость ссылочных документов (ВД)* – перечень документов, на которые имеются ссылки в КД на изделие.
- *ведомость покупных изделий (ВП)* – перечень покупных изделий, примененных в разрабатываемом изделии.
- *ведомость разрешений применения покупных изделий (ВИ)* – перечень покупных изделий, разрешенных к применению по ГОСТ 2.124-85.
- *ведомость держателей подлинников (ДП)* – перечень организаций-хранителей подлинников примененных в изделии документов.
- *ведомость технического предложения (ВТ)* – перечень документов, вошедших в техническое предложение.
- *ведомость эскизного проекта (ЭП)* – перечень документов, вошедших в эскизный проект.
- *ведомость технического проекта (ТП)* – перечень документов, вошедших в технический проект.
- *пояснительная записка (ПЗ)* – описание устройства и принципа действия разработанного изделия, а так же обоснование разработки.
- *технические условия (ТУ)* – требования к изделию, его изготовлению, контролю качества, приемке и поставке.
- *программа и методика испытаний (ПМ)* – технические данные, подлежащие проверке при испытании изделия, порядок и методы их контроля.
- *таблица (ТБ)* – данные, сведенные в таблицу.
- *расчет (РР)* – расчеты параметров и величин, например, расчет размерных цепей, расчет на прочность, расчет теплового режима и др.
- *эксплуатационные документы* – документы для использования при эксплуатации, обслуживании и ремонте изделия в процессе эксплуатации.
- *ремонтные документы* – данные для проведения ремонтных работ на специализированных предприятиях.
- *инструкция (И)* – указания и правила, используемые при изготовлении изделия (сборке, регулировке, контроле и т.п.).

- *патентный формуляр (ПФ)* – документ, содержащий результаты патентного поиска, осуществленного при разработке изделия. В нем содержится оценка патентоспособности, патентная чистота и технический уровень разработанного изделия, материала, процесса, метода.

Национальные стандарты, входящие в ЕСТД, устанавливают взаимосвязанные единые правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения технологической документации, разрабатываемой и применяемой на предприятиях всех отраслей промышленности страны.

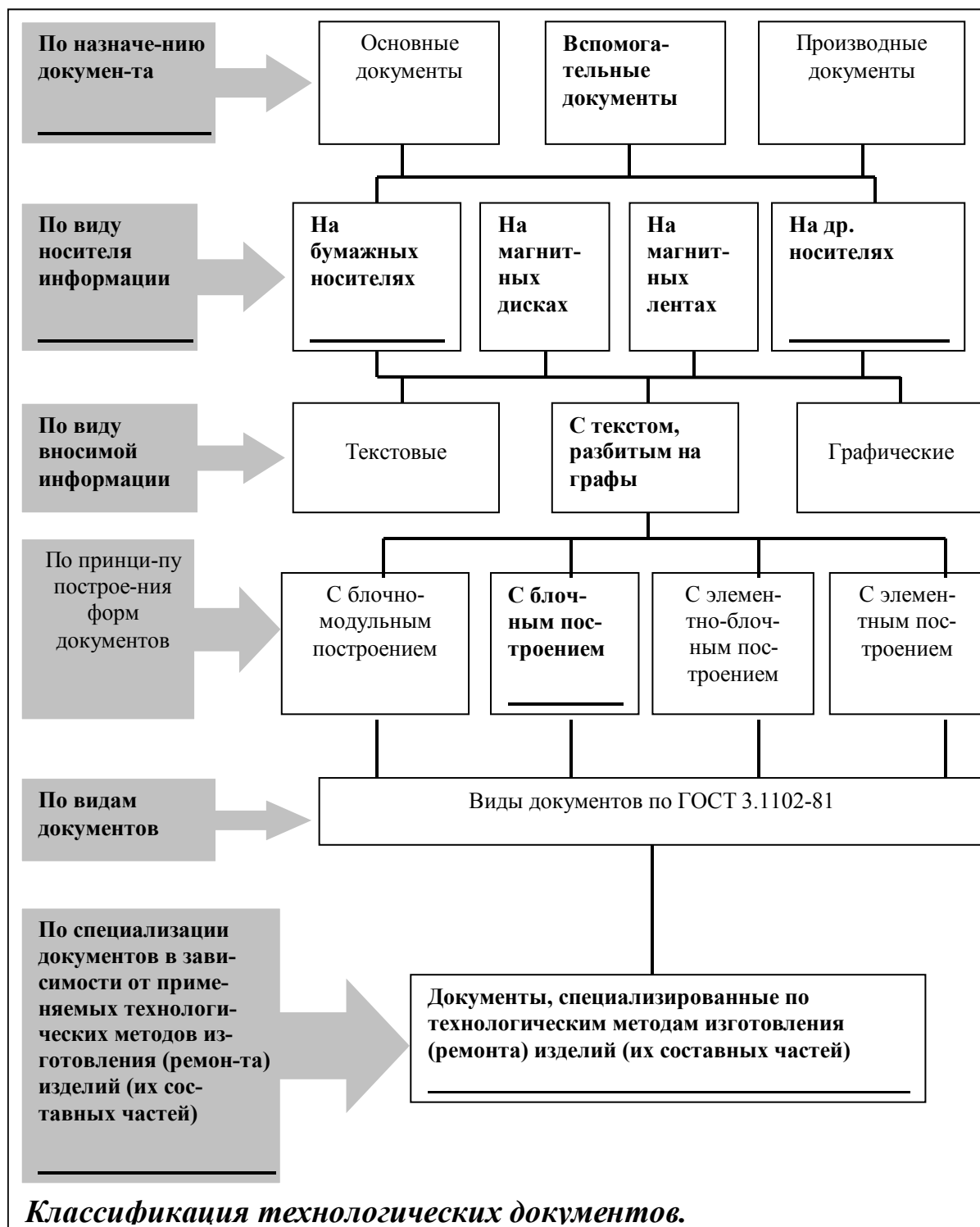


Рисунок 2.4.4 - Классификация технологических документов

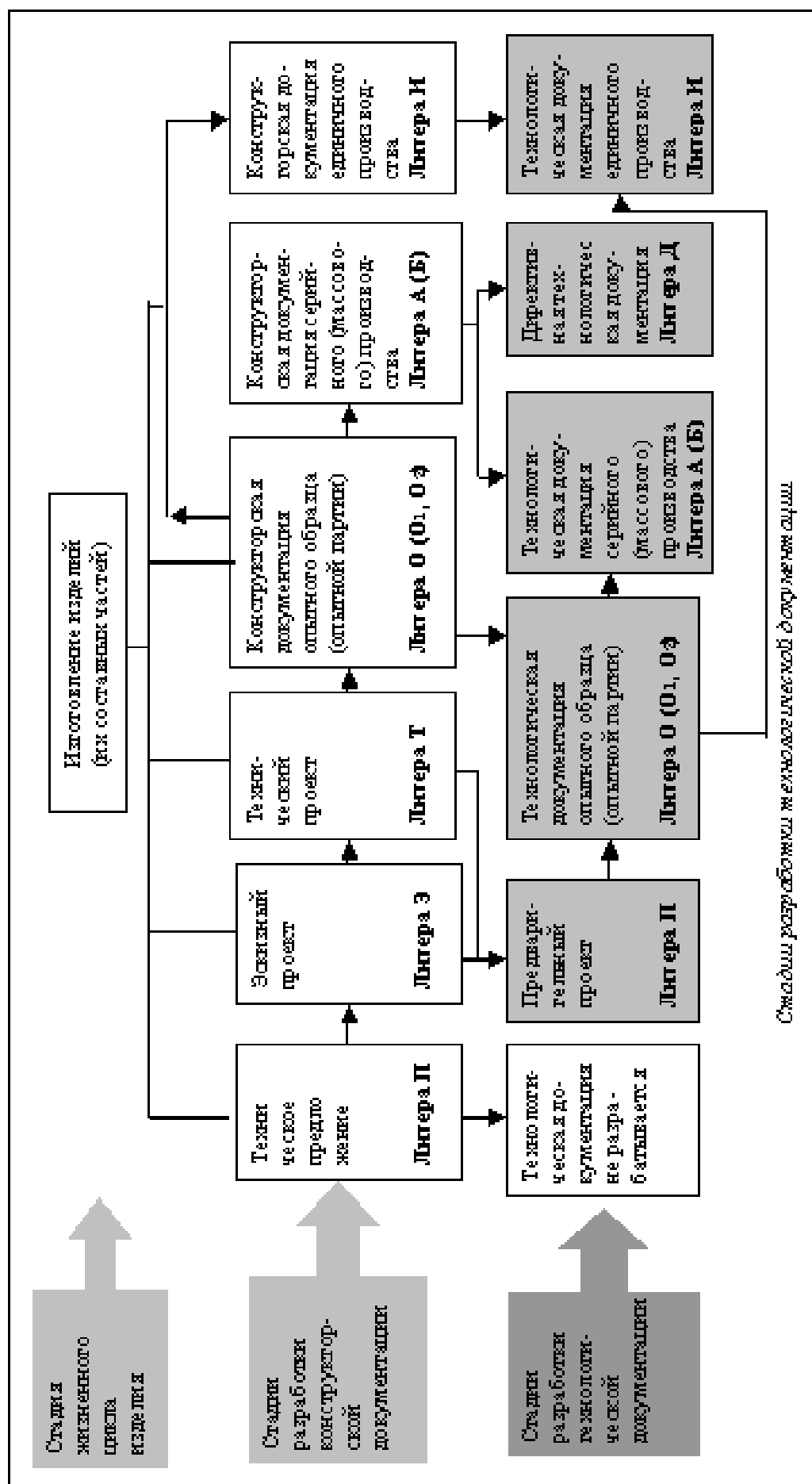


Рисунок 2.4.5 - Стадии разработки технологической документации

Технологические документы (ТД) – текстовые и графические документы, в отдельности или в совокупности определяющие порядок изготовления изделия, проведения процессов и содержащие необходимые данные для контроля и приемки изделий.

Так же, как в ЕСКД стандартам ЕСТД присваиваются обозначения на основе классификационного принципа. Номер стандарта составляется из цифры 3, присвоенной классу стандартов ЕСТД, одной цифры после точки, обозначающей подкласс (цифра 1 для изделий машино- и приборостроения), одной цифры, соответствующей классификационной группе стандартов в соответствии с таблицей 1.2, числа, определяющего порядковый номер стандарта в данной группе, и двузначной цифры (после тире), указывающей год регистрации стандарта. Например, обозначение стандарта «ЕСТД. Правила оформления документов контроля. Журнал контроля технологического процесса» имеет вид: ГОСТ 3.1505-75. То есть ГОСТ – означает категорию нормативно-технического документа (национальный стандарт), 3 – его класс (стандарты ЕСТД), 1 – что он относится к изделиям машино- или приборостроения, 5 – его классификационную группу, 05 – его порядковый номер в группе, – 75 - год его регистрации.

Таблица 2.4.3 - Классификационные группы стандартов в ЕСТД

Шифр группы	Содержание стандартов в группе
0	Общие положения.
1	Основополагающие стандарты.
2	Классификация и обозначение технологических документов.
3	Учет применяемости деталей и сборочных единиц в изделиях и средств технологического оснащения.
4	Основное производство. Формы технологических документов и правила их оформления на процессы, специализированные по видам работ.
5	Основное производство. Формы документов и правила их оформления на испытания и контроль.
6	Вспомогательное производство. Формы технологических документов и правила их оформления.
7	Правила заполнения технологических документов.
8	Резервная.
9	Информационная база.

Виды и правила проектирования технологической документации определяются видом производства, который задается руководителем КРБ, о чем делается соответствующая запись в задании. В зависимости от **назначения** производства можно разделить на *основное*, *вспомогательное* и *опытное*. Основное производство – производство товарной продукции, вспомогательное – производство средств, необходимых для обеспечения функционирования основного производства. Опытное производство служит для изготовления образцов, партий и серий изделий при проведении научно-исследовательских работ.

По **типу** производства разделяются на *единичное*, *серийное* и *массовое*. В задании на КРБ задается руководителем объем выпуска изделия и фонд рабочего времени.

По **организации** производства разделяют на *поточное*, *групповое* и *установившееся*.

По **уровню применяемых средств автоматизации и механизации** производства разделяют на *автоматизированное* и *механизированное*.

По **виду или признаку применяемого метода для изготовления (ремонта) изделия** производства подразделяются на: *литейное*, *прессовое*, *механообрабатывающее*,

термическое, сборочное, сварочное, гальваническое, лакокрасочное, полупроводниковое, вакуумное и др.

Стадии разработки технологической документации определяются стадиями разработки конструкторской документации на изделие и соответствуют схеме, приведенной на рисунке 2.4.5. Отметим, что на конструкторской стадии «Техническое предложение» технологическая документация не разрабатывается, на конструкторских стадиях «Эскизный проект» и «Технический проект» технологическая документация имеет стадию «Предварительный проект». В отдельных отраслях промышленности применяется «Директивная технологическая документация», предназначенная не для изготовления, а для выполнения предварительных расчетов различного рода задач в целях определения возможности размещения соответствующего заказа на ом или ином предприятии. Задачи при этом могут быть инженерно-техническими, планово-экономическими, организационными.

Так как объем технологической документации при производстве изделий достаточно велик, все виды технологических документов классифицируются по назначению, по носителю информации, по виду вносимой информации, по принципу построения и по специализации (рисунок 2.4.6).

Основные технологические документы могут нести различную информацию:

- о комплектующих составных частях изделия и применяемых материалах;
- о действиях, выполняемых исполнителями при проведении технологических процессов и операций;
- о средствах технологического оснащения производства;
- о наладке средств технологического оснащения и применяемых данных по технологическим режимам;
- по расчету трудозатрат, материалов и средств технологического оснащения;
- по технологическому маршруту изготовления и ремонта;
- о требованиях к рабочим местам, экологии окружающей среды и т.п.

Основные технологические документы *используются, как правило, на рабочих местах.*

Вспомогательные технологические документы разрабатываются с целью улучшения и оптимизации организации работ по технологической подготовке производства. Производные технологические документы применяются для решения задач, связанных с нормированием трудозатрат, выдачей и сдачей материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий. Применяются следующие виды технологических документов (разрабатываемые в рамках КРБ документы выбираются из данного перечня и указываются в задании к КРБ):

- *ведомость технологических маршрутов (ВТМ)* – сводная информация по технологическому маршруту изготовления изделия и его составных частей.
- *ведомость материалов (ВМ)* – сводные подетальные нормы расхода материалов (основных и вспомогательных) на изделие.
- *ведомость специфицированных норм расхода материалов (ВСН)* – сводные данные по специфицированным нормам расхода материалов на изделие.
- *ведомость удельных норм расхода материалов (ВУН)* – удельные нормы расхода материалов, применяемых при выполнении процессов на покрытия.
- *ведомость применяемости деталей (сборочных единиц) в изделии (ВП)* – указания о применяемости деталей (сборочных единиц) в изделии.
- *ведомость применяемости стандартных, покупных, оригинальных деталей и сборочных единиц (ВП/СОП)* – то же, что и ВП.
- *ведомость сборки изделия (ВП/ВСИ)* – порядок сборки изделия с учетом очередности входимости составных частей и их количества.
- *технологическая ведомость (ТВ)* – указания по группированию деталей и сборочных единиц по конструкторско-технологическим или технологическим признакам.
- *ведомость технологических документов (ВТД)* – полный состав технологических документов, применяемых при изготовлении изделия.

- *ведомость оснастки (ВО)* – полный состав технологической оснастки, применяемой при изготовлении (ремонте) изделия.
- *ведомость оборудования (ВОБ)* – полный состав оборудования, применяемого при изготовлении (ремонте) изделия.
- *технологическая инструкция (ТИ)* – описание часто повторяющихся приемов работы, действий по наладке и настройке средств технологического оснащения, приготовлению растворов, электролитов, смесей и др., а так же отдельных типовых и групповых технологических процессов (операций).
- *маршрутная карта (МК)* – сводные данные по составу применяемых операций, оборудованию, технологических документов и по трудозатратам на технологический процесс.
- *операционная карта (ОК)* – операционное описание единичных технологических операций.
- *паспорт технологический (ТП)* – комплекс выполняемых процедур по выполнению технологических операций исполнителями, технологическому контролю, контролю представителями заказчика или госприемки.
- *журнал контроля технологического процесса (ЖКТП)* – предназначен для контроля параметров технологических режимов, применяемых при выполнении операций на соответствующем оборудовании.

Полный перечень видов технологических документов, а так же их формы и правила построения можно найти в соответствующем стандарте.

В общем объеме документации, выпускаемой в процессе разработки изделий, в том числе ЭА, существенное место занимает **схемная** документация.

Схема – графическая конструкторская документация, на которой показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Схемы применяются при изучении принципа действия механизма, прибора, аппарата при их изготовлении, наладке и ремонте, для понимания связи между составными частями изделия без уточнения особенностей их конструкции. Схемы являются исходным базисом для последующего конструирования отдельных частей и всего изделия в целом. По виду элементов, входящих в состав изделия, связей между ними и назначения схемы подразделяют на виды и типы (табл. 2.4.4) (разрабатываемые в рамках КРБ схемы выбираются из данного перечня и указываются в задании к КРБ).

В соответствии с обозначениями, приведенными в таблицах, устанавливается код схемы. Так код ЭЗ указывает, что схема является электрической принципиальной, а код К2 – кинематической функциональной и т.д.

Составляющими частями схем являются:

- элемент схемы – составная часть схемы, которая не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное значение (микросхема, резистор, трансформатор и др.);
- устройство – совокупность элементов, представляющая единую конструкцию (блок, модуль). В ряде случаев устройство может не иметь определенного функционального назначения;
- функциональная группа – совокупность элементов, выполняющих определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию;
- функциональная часть – элемент, устройство или функциональная группа, имеющие строго определенное функциональное назначение;
- функциональная цепь – линия, канал на схеме, указывающие на наличие связи между функциональными частями изделия;
- линия взаимосвязи – отрезок линии на схеме, указывающий на наличие связи между функциональными частями изделия;

- линия электрической связи – линия на схеме, указывающая путь прохождения тока, сигнала и др.

Таблица 2.4.4 - Виды схем

Виды схем		Типы схем	
Наименование схемы	Обозначение	Наименование Схемы	Обозначение
Электрическая	Э	Структурные	1
Гидравлическая	Г	Функциональные	2
Пневматическая	П	Принципиальные	3
Газовые	Х	Соединений (монтажные)	4
Кинематические	К	Подключения	5
Вакуумные	В	Общие	6
Оптические	Л	Расположения	7
Энергетические	Р	Объединенные	0
Комбинированные	С		

При проектировании ЭА используются следующие виды схем:

- *структурные схемы (Э1)* - определяющие основной состав ЭА и ее функциональные части, их назначение и взаимосвязи. Структурные схемы разрабатывают на начальных стадиях проектирования ЭА, их используют как для разработки схем других типов, так и для общего ознакомления с ЭА.
- *функциональные схемы (Э2)* - поясняющие процессы, происходящие в отдельных функциональных частях и узлах ЭА. Функциональные схемы являются основой для разработки принципиальных схем и применяются при наладке, ремонте и эксплуатации ЭА.
- *принципиальные электрические схемы (Э3)* - определяющие полный состав элементов и связей между ними и дающие полное представление о принципе работы отдельных узлов и устройств ЭА. Принципиальные электрические схемы являются основой для разработки полного комплекта конструкторской документации на ЭА.
- *схемы соединений (Э4)* - показывающие соединения составных частей ЭА и определяющие провода, жгуты, кабели и другие соединительные изделия, а так же места их присоединения и ввода. Схемы соединений используются как при выпуске КД на ЭА, так и при ее ремонте и эксплуатации.
- *схемы подключений (Э5)* - показывающие внешние подключения ЭА. Эти схемы используются при монтаже ЭА на месте эксплуатации и при ее ремонте.
- *общие схемы (Э6)* - определяющие составные части ЭА и соединения их между собой на месте эксплуатации.
- *схемы расположения (Э7)* - устанавливающие взаимное расположение отдельных устройств ЭА, а так же соединяющих их жгутов, кабелей и т.д.

При проектировании схем любых видов необходимо придерживаться правил, изложенных в соответствующих стандартах. Так для цифровой техники схемы электрические принципиальные выполняются по правилам, установленным ГОСТ 2.708-81 с использованием условных графических обозначений (УГО), выполняемых по ГОСТ 2.743-82 и ГОСТ 2.721-74.

	01	02	03	04	05	06
A						
B						
C						
D						
E						
F						
G						
H						
I						

При большой графической насыщенности листов схем допускается делить поле листа на колонки, ряды, зоны или применять метод координат. При делении листа на зоны колонки обозначают по верхней кромке листа слева направо порядковыми номерами с постоянным количеством знаков в номере (00, 01, 02, ..., 10, ..., 20), а ряды – по вертикали сверху вниз прописными буквами латинского алфавита. Ширину колонки принимают равной ширине минимального основного УГО элемента, а высоту ряда – основной минимальной высоте УГО. Обозначение зоны состоит из

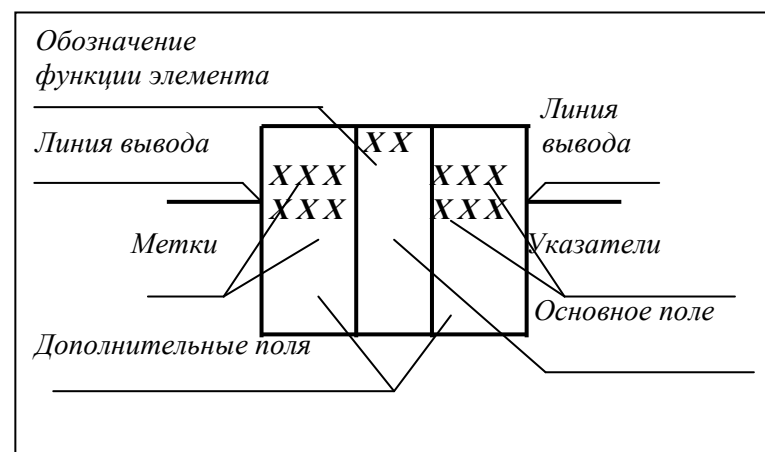
обозначения ряда и обозначения колонки, например, C03, K12.

Электрические связи с входными выводами показывают входящими линиями листа схемы, начиная с левой стороны или сверху листа. Связи с выходными выводами показывают исходящими линиями, заканчивая их на правой стороне или внизу листа.

Условные графические обозначения (УГО) элементов строятся на основе прямоугольника. В общем виде УГО может содержать основное и два дополнительных поля. Размер прямоугольного поля по ширине зависит от наличия дополнительных полей и числа, помещенных в них знаков (меток, обозначения функций элемента), по высоте – от числа выводов, интервалов между ними и числа строк информации в основном и дополнительных полях. Согласно стандарту ширина основного поля должна быть не менее 10 мм, дополнительных – не менее 5 мм (при большом числе знаков в метках и обозначении

функций элемента эти размеры соответственно увеличивают), расстояние между выводами – 5 мм, между выводом и горизонтальной стороной обозначения – не менее 2,5 мм и кратно этой величине. При разделении групп выводов интервалом величина последнего должна быть не менее 10 мм и кратно 5 мм.

Выводы элементов делятся на входы, выходы, двунаправленные выводы и



выводы, не несущие информации. Входы изображают слева, выходы справа, остальные выводы – с любой стороны УГО. При необходимости разрешается поворачивать УГО на 90° по часовой стрелке, располагая входы сверху, а выходы внизу.

Функциональное назначение элемента указывают в верхней части основного поля УГО. Его составляют из прописных букв латинского алфавита, арабских цифр и знаков, записываемых без пробела (число знаков в обозначении функции не ограничивается). Обозначения основных функций приведены в таблице 2.4.5.

Таблица 2.4.5 - Обозначения основных логических элементов

Наименование функции	Обозначение	Наименование функции	Обозначение
И	&, И	Регистр	RG
ИЛИ	1	Регистр со сдвигом вправо	RG→
Сложение по модулю 2	M2	Регистр со сдвигом влево	RG←
Эквивалентность	=	Регистр с реверсным сдвигом	RG↔
Исключающее ИЛИ	-1	Одновибратор	S
«n и только n»	-n	Пороговый элемент	TH
Логический порог	≥n	Формирователь сигнала	F
Мажоритарность	≥M	Вычислитель	CP
Дешифратор	DC	Процессор	P
Шифратор	CD	Память	M
Сравнение	- -	Управление	CO
Полусумматор	HC	Перенос	CR
Сумматор	SM	Прерывание	INR
Монтажное И	&, ◇	Передача	TF
Монтажное ИЛИ	1, ◇	Прием	RC
Кодовый преобразователь	X/Y	Ввод-вывод	IO
Триггер	T	Арифметика	A
Триггер двухступенчатый	TT	Мультиплексор	MUX
Счетчик:	CT	Демультимплексор	DMX
Двоичный	CT2	Селектор	SL
Десятичный	CT10	Дискриминатор	DIC или
Задержка	DL	Ключ	SW
Генератор	G	Нелогический элемент	*
Усилитель	▷		
Усилитель мощности	▷▷		

В дополнительных полях условного графического обозначения элементов цифровой техники дается информация о функциональных назначениях выводов, указатели, метки, обозначения которых приведены в таблице 2.4.6.

Таблица 2.4.6 - Обозначение выводов

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Установка:		Средний	ML
В состоянии «n»	S _n	Старший	MSB
В состоянии «1»	S	Считывание	RD
В состоянии «0»	R	Условный бит (флаг)	FL
В исходное состояние «сброс»	SR	Условие	CC
Разрешение установки универсального RS-T:		Шина	B
В состоянии «1»	S	Инверсия	IN
В состоянии «0»	R	Байт	BY
Сброс	SR	Бит	BIT
Разрешение установки JK-триггера:		Запрет	DE
В состоянии «1»	J	Буфер	BF
В состоянии «0»	K	Выбор	SE
Адрес	A	Готовность	RA
Перенос	CR	Данные	D
Переополнение	OF	Заем	BR
Повтор	RP	Запись	WR
Приоритет	PR	Запрос	RQ
Пуск	ST	Знак	SI
Разрешение	E	Конец	END
Расширение	EX	Команда	INS
Сдвиг	→ ←	Контроль	CH
Синхронизация	SYN	Маркер	MR
Строб, такт	C	Младший	LSB
Ожидание	WI	Начало	BG
Ответ	AN	Эмиттер:	E
Вывод питания от источника напряжения	U	Общее обозначение	
Указатель питания цифровой части элемента	U #	NPN	E→ или E >
Коллектор	K	PNP	E← или E <
Состояние	SA	База	B
		Вывод для подключения:	
		Емкости	C
		Резистора	R
		Индуктивности	L
		Вывод с состоянием высокого импеданса	◇ или L
		Открытый вывод	◇ или ∅

Для указания сложной функции допускается построение составной метки, образованной из основных меток. Например, функция «данные контрольные» отображается как DSO, «разрешение записи» – ERD, «строб считывания» – RDM.

Допускается в качестве меток вывода применять обозначения функции, порядковый номер, а так же весовые коэффициенты разрядов. Для нумерации разрядов в группах выводов к обозначению метки добавляют номера разрядов.

Позиционное обозначение элемента схемы в общем случае состоит из вида, номера и функции элемента, записываемых подряд. Вид и номер элемента являются обязательной частью его буквенно-цифрового обозначения и присваивается всем элементам и устройствам. Буквенные коды групп элементов схем приведены в таблице 2.4.7.

Таблица 2.4.6 - Буквенные коды групп элементов

Группа видов элементов	Первая буква кода	Группа видов элементов	Первая буква кода
Схемы интегральные, микросборки	D	Конденсаторы	C
Элементы разные	D	Резисторы	R
Предохранители	E	Приборы электро-вакуумные	V
Приборы измерительные	F	Катушки индуктивности, дроссели	L
Устройства коммутационные	P	Реле	K
Трансформаторы	S	Устройства индикационные и сигнальные	H
Соединители контактные	T	генераторы	G
	X		

В качестве примера на рисунке 2.4.6 приведен фрагмент схемы электрической принципиальной, выполненной на интегральных микросхемах.

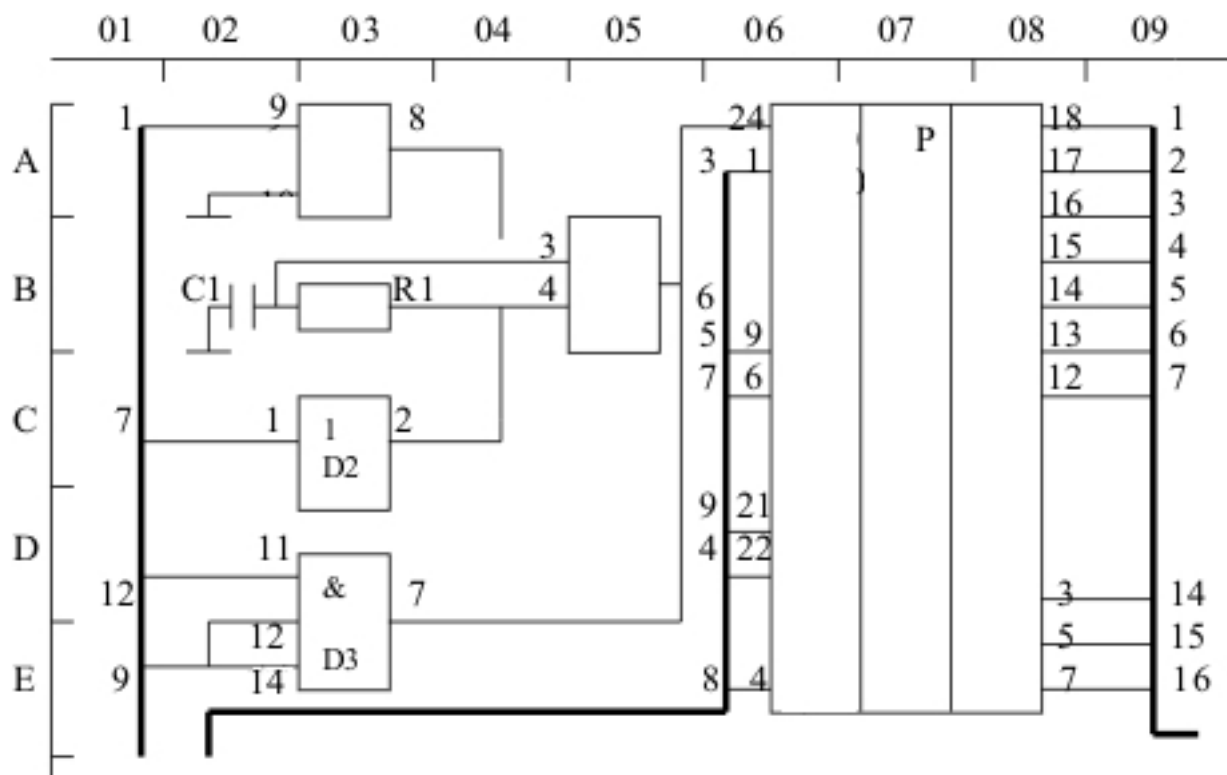


Рисунок 2.4.6 - Фрагмент схемы электрической принципиальной

Правила разработки схем электрических других видов электронной аппаратуры определяются соответствующими стандартами. Каждый из элементов схемы может быть описан на специальном языке (например, VHDL) и храниться в специализированной базе данных, но пока, как и в случае с графическими документами, будем рассматривать схемы в виде законченных документов, изменение внутреннего содержимого которых средствами информационной системы невозможно.

2.5 Объем и структура квалификационной работы бакалавра

Объем расчетно-пояснительной записки бакалаврской работы должен составлять от 40 до 60 страниц машинописного текста (вместе с приложениями), процентное соотношение отдельных глав должно быть приблизительно равным [1-9].

Объем иллюстрационного материала бакалаврской работы, выносимого на защиту, должен составлять не менее 5 листов формата А1 оформленных в соответствии с действующими стандартами единой системы конструкторской и технологической документации (ГОСТ 2.301). Представление графической части не в виде конструкторско-технологической документации **запрещено**.

КРБ работа должна проходить аттестации и нормоконтроль (на уполномоченных комиссиях кафедры) и рецензирование (внешним рецензентом).

Результаты КРБ должны показать умение автора кратко, лаконично и аргументировано представлять результаты проектирования электронного устройства.

КРБ должна иметь следующую структуру:

Титульный лист

Задание по подготовке КРБ

Календарный план по подготовке КРБ

Расширенное ТЗ (отдельный документ со своей нумерацией страниц)

Аннотация

Содержание

Список сокращений и условных обозначений

Список терминов

Введение

1. Анализ предметной области и постановка задачи проектирования <название>

2. Схемотехническое проектирование устройства <название>

3. Конструкторское проектирование устройства <название>

4. Технологическое проектирование и технологическая подготовка производства устройства <название>

5. Экспериментальные исследования и испытания устройства <название>

Заключение

Список использованных источников

Приложения

Титульный лист пояснительной записки к КРБ оформляется на специальном бланке. Пример оформления титульного листа КРБ приведен в приложении А.4.

Форма задания на КРБ содержит следующие разделы.

1. Тема работы.

2. Срок сдачи студентом законченной работы.

3. Исходные данные к работе (см. таблицу 2.4.1).

4. Перечень вопросов, подлежащих разработке в КРБ:

4.1. Схемотехнических.

4.2. Конструкторских.

4.3. Технологических.

4.4. Экспериментально - исследовательских.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей).

Бланк для оформления задания на выполнение КРБ приведен в приложении А.2.

Аннотация, объемом до 0,5 стр., включает в себя краткую информацию о содержании работы. Отдельной строкой даются ключевые слова по тематике работы. Рекомендуется на

этой же странице дать текст аннотации на одном из европейских языков (английском, французском или немецком); иностранным гражданам - на родном.

Введение. Во введении должна быть отражена актуальность темы, дан анализ прототипов, работ в данной области, постановка цели, определены решаемые задачи и методы их решения. Обусловлена достоверность полученных результатов, их научная и практическая значимость, апробация результатов. Должны быть четко сформулированы полученные результаты. Дана информация по итоговой структуре и объему РПЗ КРБ, Объем введения составляет обычно 2- 4 страницы.

Основная часть проекта (как правило, 5 глав). В них излагаются результаты решения задач исходя из последовательности решения проектных задач. Каждый раздел должен заканчиваться выводами, где в краткой форме излагаются результаты данного этапа работы и конкретизируются задачи и методы их решения в последующих главах. Первый раздел, как правило, содержит обзор аналогов и литературных источников по представленной тематике.

Закключение. В заключении формулируются главные выводы, показывающие достигнутый уровень разработки. Указываются показатели проектирования и дается их сравнение с исходными требованиями, сформулированными в задании. Объем заключения не должен превышать 1-2 страниц.

Список используемых источников. В список, с указанием библиографических данных, включается литература и другие источники по усмотрению автора. Если в пояснительной записке сделаны ссылки на научно-техническую информацию, позволяющую принять конкретное решение, включение первоисточника в список является обязательным.

Приложения. В приложения включаются материалы, таблицы, результаты экспериментов, расчетов, схемы, распечатки программ и т.п., подтверждающие выводы и рекомендации работы. Приложение - это часть работы, которая имеет дополнительное, обычно справочное значение, но является необходимой для более полного освещения темы.

В приложения нельзя включать список использованной литературы, вспомогательные указатели всех видов, справочные комментарии и примечания, которые являются не приложениями к основному тексту, а элементами справочно-сопроводительного аппарата работы, помогающими пользоваться ее основным текстом. Приложения оформляются как продолжение квалификационной работы на последних ее страницах.

Каждое приложение обычно имеет самостоятельное назначение и может использоваться независимо от основного текста. Отражение приложения в оглавлении работы обычно бывает в виде самостоятельной рубрики с полным названием каждого приложения.

Типовые содержания КРБ по профилям подготовки приводится в приложении А.5.

2.6 Оформление пояснительной записки КРБ

Пояснительная записка выполняется в печатном виде, в соответствии с рекомендациями приложения В.

Абзацный отступ равен 5 знакам. Заголовки разделов и подразделов отделяются от текста сверху и снизу одним интервалом. Текст печатается строчными буквами. Заглавными буквами печатаются аббревиатуры, а также названия глав, слова - "Введение" и "Закключение". Знаки, символы, обозначения, а также математические формулы могут быть вписаны от руки тушью (чернилами, пастой) черного цвета. Вписываемые знаки должны иметь размер не менее шрифта текста, надстрочные и подстрочные индексы, показатели степени и т.п. могут быть меньших размеров, но не менее 2 мм по высоте.

В тексте должна быть соблюдена соподчиненность глав, разделов, параграфов и пунктов (не более 4-ого уровня вложенности). Каждая глава или раздел начинается с новой страницы. Страницы нумеруются от титульного листа и до последнего, цифра 1 на титульном листе не ставится. Нумерация страниц выполняется арабскими цифрами снизу посередине над строкой.

Приложения нумеруются арабскими цифрами (без значка №) и имеют названия. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы с указанием в правом верхнем углу слова “Приложение” и иметь тематический заголовок. При наличии в работе более одного приложения их следует пронумеровать. Нумерация страниц, на которых даются приложения, должна быть сквозной и продолжать общую нумерацию страниц основного текста. Связь основного текста с приложениями осуществляется через ссылки, которые употребляются со словом “смотри”, оно обычно сокращается и заключается вместе с шифром в круглые скобки по форме: (см. приложение В).

Задание, оформленное на специальном бланке, подшивается первым документом после титульного листа, календарный план вторым. Рекомендуется дополнительно представить план работы над проектом в виде диаграммы Ганта. Пояснительная записка должна быть переплетена или заключена в папку для дипломных работ.

Все материалы графической части работы, выполненные на формате А4 должны быть представлены в приложении. Пример выполнения графического материала КРБ представлен в приложении А.6. Электронный вариант работы должен быть представлен на CD диске в конверте, приклеенном к внутренней стороне обложки. Содержание каталогов диска оформляется, как отдельное приложение.

Подробные правила оформления пояснительной записки КРБ в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 изложены в приложении В.

2.7 Подготовка к защите КРБ

По результатам итоговой аттестации кафедральной комиссией студенту назначается дата сдачи практической части работы, дата защиты и рецензент.

Рецензентами должны назначаться, в соответствии с профилем работы, квалифицированные инженеры-конструкторы, инженеры-технологи или инженеры-исследователи промышленных предприятий (НИИ, КБ, и заводов).

На рецензию КРБ представляется после оформления всего материала за подписью студента и руководителя (пояснительная записка вместе с графической частью) и утверждения заведующим кафедрой. Целью рецензии является получение дополнительной, объективной оценки выпускной квалификационной работы. На рецензию работа подается не позднее 10 дней до защиты. В рецензии должны быть освещены: актуальность темы и значимость ее для промышленности; глубина теоретических обоснований конструкции, оценка ее технологичности, качества и научно-технического уровня расчетов, технологической части, расчетов надежности, технико-экономических расчетов и др.; степень сложности, правильности и актуальности поставленной исследовательской части и эксперимента; соответствие выполненной работы заданию; недостатки работы.

Рецензент должен дать оценку графической части работы, стиля изложения пояснительной записки и научно-технического уровня работы в целом (отлично, хорошо, удовлетворительно).

С содержанием рецензии студент должен быть ознакомлен до защиты. После рецензирования студент не имеет право вносить какие-либо изменения или дополнения в работу.

После завершения работы над КРБ руководитель дает на нее заключение. В заключении раскрывается содержание темы, глубина ее проработки, качество выполнения работы в целом и степень возможности ее внедрения в производство. Руководитель должен оценить способность студента самостоятельно пользоваться технической литературой, умение самостоятельно решать научно-технические и инженерные вопросы, его трудолюбие и организованность во время работы.

Последним этапом подготовки к защите является прием практической части работы комиссией кафедры на последней аттестации и утверждение готовой выпускной работы заведующим кафедрой. Полностью оформленная и переплетенная работа вместе с заключением

научного руководителя и рецензией, подписанная автором и научным руководителем, представляется в ГЭК не позднее, чем за 3 дня до защиты.

В случае неудовлетворительного состояния подготовки соискателя к защите руководитель письменно сообщает об этом заведующему кафедрой как минимум за 2 дня до заседания ГЭК.

Отрицательный отзыв научного руководителя или рецензента, а также предварительная оценка руководителя «неудовлетворительно» не являются основанием для не допуска к защите.

Студент может считать отзыв необъективным, но в этом случае он должен доказать свою правоту на защите при ответе на отзыв.

2.8 Организация защиты КРБ

Защита КРБ производится в соответствии с Положением о Государственных экзаменационных комиссиях высших учебных заведений.

Расписание работы ГЭК, согласованное с председателем ГЭК и утвержденное деканом факультета, доводится до сведения студентов не позднее, чем за месяц до начала защиты. В состав ГАК входят представители промышленности и преподаватели кафедры.

На защиту в ГЭК студентом должны быть представлены следующие документы: зачетная книжка и выписка из нее, подписанная в деканате; материалы КРБ (пояснительная записка и графическая часть); заключение; рецензия, практическая часть работы (макет, образцы изделий, ППО и т.п.).

В ГЭК могут быть представлены и другие материалы, отражающие научную и практическую деятельность и ценность выполненной работы: печатные труды, тезисы докладов на конференциях, авторские свидетельства и др.

Защита КРБ происходит на открытом заседании ГАК в следующем порядке: оглашение справки деканата; краткий доклад соискателя (около 10 мин.); ответы соискателя на вопросы членов ГЭК; оглашение замечаний руководителя и рецензента; ответы на замечания; выступление научного руководителя, членов комиссии, присутствующих на защите; заключительное слово соискателя.

Защищаемая работа и доклад оценивается по четырехбалльной системе оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно». Решение об оценке принимается ГЭК на закрытом заседании после защиты всех работ и затем оглашается в присутствии защищавшихся.

По ходу доклада его основные положения необходимо наглядно иллюстрировать с помощью плакатов или слайдов. Перед защитой соискатель раздает членам ГЭК графический раздаточный материал формата А4.

Все материалы квалификационной работы в тот же день после защиты сдаются под расписку ответственному лицу, назначенному заведующим кафедрой. Результаты практической разработки в рамках КРБ являются собственностью кафедры, и в дальнейшем используется по ее усмотрению.

Студенту, успешно защитившему выпускную работу, решением ГЭК присваивается квалификация бакалавра техники и технологии по направлению «Конструирование и технология производства ЭА».

Студенты, не защитившие КРБ, а также имеющие академические задолженности на момент защиты и не допущенные к защите деканатом, представляются к отчислению.

2.9 Требования к государственному экзамену бакалавра

Порядок проведения и программа государственного экзамена по направлению «Конструирование и технология электронных средств» определяются вузом на основании методических рекомендаций и соответствующей примерной программы, разработанных УМО по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации.

Национальный итоговый междисциплинарный экзамен по направлению подготовки «Конструирование и технология производства ЭС» (далее – госэкзамен) входит в состав итоговой государственной аттестации бакалавров.

Госэкзамен не может быть заменен оценкой качества освоения образовательных программ путем осуществления текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студента.

К госэкзамену допускается лицо, успешно завершившее в полном объеме освоение основной образовательной программы по направлению «Конструирование и технология производства ЭА», реализуемой в университете в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Целью госэкзамена является установление соответствия подготовленности выпускников требованиям государственного образовательного стандарта (включая федеральный, национально-региональный и компонент вуза) и определение теоретической подготовленности к выполнению профессиональных задач.

Программа госэкзамена разрабатывается выпускающей кафедрой с учетом требований СОС ВПО по направлению подготовки рекомендаций, научно-методического, научно-технического и ученых советов университетов и утверждаются проректором по учебной работе. Примерная программа государственного экзамена по направлению «Конструирование и технология электронных средств» для бакалавров и примеры тестовых заданий приведены в приложении А.1.

В программу госэкзамена могут включаться вопросы по специальным и общепрофессиональным дисциплинам, включая дисциплины специализации основной образовательной программы по направлению подготовки [1-19].

Для проведения госэкзаменов формируются государственные экзаменационные комиссии по приему госэкзаменов по основной образовательной программе высшего профессионального образования. ГЭК формируется из профессорско-преподавательского состава и научных работников университета, а также лиц, приглашенных из сторонних организаций: специалистов предприятий, учреждений и организаций – потребителей кадров, ведущих преподавателей и научных работников других вузов.

Состав ГЭК утверждается ректором университета не позднее, чем за месяц до начала итоговой государственной аттестации выпускников.

Порядок, форма и условия проведения госэкзаменов доводятся до сведения студентов не позднее, чем за полгода до начала итоговой аттестации.

Перечень вопросов, выносимых для проверки на госэкзамене (программа госэкзамена), доводится до сведения студентов не позднее, чем за четыре месяца до даты экзамена.

Студенты обеспечиваются программами госэкзаменов, им создаются необходимые для подготовки условия, проводятся консультации. Содержание консультаций определяется выпускающей кафедрой. Госэкзамен может проводиться в письменной и (или) устной форме на основе оценки ответов и решений тестовых заданий. Ответы записываются на специальных листах с указанием наименования экзамена, кода и названия направления подготовки. Экзамен проводится по билетам, которые студенты выбирают традиционным образом в начале экзамена. На подготовку ответов студентам отводится не менее 1,5 академического часа. Проведение госэкзамена предполагает выступление студента перед ГЭК в течение 10 – 15 минут по вопросам, сформулированным в билете.

Решения ГЭК принимаются на закрытых заседаниях простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии или его заместителя. При равном числе голосов председатель комиссии обладает правом решающего голоса.

Все решения ГЭК оформляются протоколами. Протоколы подписываются председателем и членами комиссий, участвовавшими в голосовании. Книга протоколов хранится в делах университета.

Результаты госэкзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» и объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний экзаменационной комиссии.

Листы с ответами студентов на госэкзамене брошюруются и хранятся в делах кафедры в течение трех лет, после чего сдаются в архив университета.

Лицо, завершившее освоение основной образовательной программы и не подтвердившее соответствие подготовки требованиям государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования при сдаче госэкзамена в установленные сроки, отчисляется из университета.

Лицам, не сдававшим госэкзамен по уважительной причине (по медицинским показаниям или в других исключительных случаях, документально подтвержденных), предоставляется возможность сдать госэкзамен без отчисления из университета.

Дополнительные заседания ГЭК организуются в установленные сроки, но не позднее четырех месяцев после подачи заявления лицом, не сдававшим госэкзамен по уважительной причине.

Примерная программа государственного экзамена по направлению «Конструирование и технология электронных средств» для бакалавров приведена в приложении А.3.

3 Методические рекомендации по организации и проведению итоговой государственной аттестации магистров по направлению “Конструирование и технология электронных средств”

3.1 Общие требования к итоговой государственной аттестации магистра

Образовательными стандартами третьего поколения установлены две основные ступени высшего профессионального образования. Первая ступень: высшее профессиональное образование, подтверждаемое присвоением квалификации (степени) "бакалавр" (срок обучения не менее чем 4 года) или высшее профессиональное образование, подтверждаемое присвоением квалификации "дипломированный специалист" (срок обучения не менее чем 5 лет). Вторая ступень - высшее профессиональное образование, подтверждаемое присвоением квалификации (степени) "магистр" (общий срок обучения не менее чем 6 лет).

После защиты магистерской диссертации присваивается научная степень магистр. Степень магистра предусматривает более глубокую теоретико-экспериментальную подготовку по выбранному профилю и ориентацию на научно-исследовательскую деятельность по выбранному направлению. Выпускник магистратуры ориентирован на выполнение профессиональных функций инженера – исследователя, научного сотрудника и т.п.

Итоговая государственная аттестация магистра по направлению “Конструирование и технология электронных средств” включает в себя защиту диссертации магистра (ДМ) и государственный экзамен [1-4].

Итоговые аттестационные испытания предназначены для определения практической и теоретической подготовленности магистра к выполнению профессиональных задач, установленных образовательным стандартом.

Цели диссертации магистра.

Выполнение ДМ является заключительным этапом обучения студента на соответствующей ступени образования и имеет своей целью:

- расширение, закрепление и систематизацию теоретических знаний, и приобретение навыков практического применения этих знаний при решении конкретной научной, технической, производственной, экономической или организационно-управленческой задачи;
- развитие навыков ведения самостоятельных теоретических и экспериментальных исследований, оптимизации проектно-технологических и экономических решений;
- приобретение опыта обработки, анализа и систематизации результатов теоретических и инженерных расчетов, экспериментальных исследований, в оценке их практической значимости и возможной области применения;
- приобретение опыта представления и публичной защиты результатов своей деятельности.

Задачи диссертации магистра.

В ходе выполнения ДМ в соответствии с заданием на неё решаются одна или несколько следующих задач:

- систематизируется и анализируется теоретический материал по теме диссертационной работы;
- определяются объект и методы исследования;
- осуществляется сбор и обработка исходных данных, необходимых для анализа по теме исследования;
- проводится анализ собранной информации, формируются решения и рекомендации, исходя из результатов анализа;
- выполняются теоретические и экспериментальные исследования;
- создаются математические, физические модели явлений, процессов и т. п.;

- выполняются теоретические и инженерные расчеты;
- осуществляется оптимизация проектно-конструкторских, технологических и экономических решений;
- осуществляется разработка конструкций, технологических процессов;
- создаются программные продукты;
- разрабатывается необходимая документация.

3.2 Требования к диссертации магистра

ДМ магистра представляет собой законченную научно-практическую или экспериментальную научно-исследовательскую работу, связанную с решением актуальных задач, определяемых особенностями подготовки по направлению “Конструирование и технология электронных средств”. ДМ должна быть оформлена в виде рукописи.

Научно - практическая ДМ может отличаться от диссертации академического магистра. В ряде случаев она может иметь характер проектной разработки с элементами научного поиска и учитывать интересы и запросы той или иной производственной организации и включать комплект конструкторско-технологической документации. Состав документации ДМ конкретизируется в задании на ДМ.

Время, отводимое на подготовку ДМ, составляет более 14 недель. Приблизительная последовательность выполнения диссертации магистра следующая: 1 семестр – автореферат, введение и первая глава, 2 семестр – 2 глава, 3 семестр – 3 глава, 4 семестр – 4 глава, автореферат и итоговое редактирование диссертации.

На первом семестре обучения в магистратуре студентом составляются и утверждаются руководителем задание и календарный план выполнения ДМ. Примеры бланков задания и календарного плана ДМ приведены в приложениях Б.2 и Б.3.

Требования к структуре, содержанию и объему ДМ определяются высшим учебным заведением на основании «Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений», утвержденного МОН России, образовательного стандарта.

За актуальность, соответствие тематики ДМ профилю направления подготовки, руководство и организацию ее выполнения ответственность несет выпускающая кафедра. За представленные к защите материалы, их достоверность, соответствие требованиям регламентов и стандартов ответственность несет магистрант.

3.3 Методология научного исследования при выполнении ДМ

Во время работы над ДМ по направлению «Конструирование и технология производства ЭС» для магистранта важно знать не только основные положения, характеризующие магистерскую диссертацию, но и иметь представление о методологии и организации научно-исследовательской работы на всех этапах выполнения диссертации.

В выполнении ДМ можно выделить следующие основные этапы:

- выбор темы магистерской работы;
- определение объекта и предмета исследований;
- анализ современного состояния исследований и разработок по направлению диссертационной работы;
- обоснование актуальности выбранной темы;
- определение цели и конкретных задач исследований;
- выбор методов и необходимого оборудования для проведения исследований;
- проведение теоретических, экспериментальных и опытно-конструкторских работ по выбранной тематике;
- обработка полученных данных и их анализ;
- апробация и внедрение полученных результатов;
- определение возможности патентования полученных результатов;

- представление полученных результатов в виде докладов на научно-технических конференциях, статей, заявок на патенты, методических разработок, инновационных проектов;

- оформление магистерской диссертации и подготовка ее к защите;

- защита диссертации.

Обобщенный алгоритм организации и проведения исследований при выполнении магистерской диссертации представлен на рисунок 3.3.1.

Выбор темы диссертации должен осуществляться на основе результатов анализа состояния и потребностей развития направления «Конструирование и технология электронных средств». При этом программа исследования по выбранной теме должна содержать элементы обобщения и развития методологии соответствующего направления - с обоснованием применимости новых подходов, концепций и методов.

Тематика исследований магистранта по направлению «Конструирование и технология ЭС» должна предусматривать решение практических задач с использованием теоретических и экспериментальных результатов научных исследований, включая разработку новых конструкций и рекомендаций по совершенствованию производственных процессов.

Тема диссертации вместе с обоснованием актуальности и предполагаемой научной новизны формируется диссертантом самостоятельно, согласуется с его научным руководителем и утверждается на заседании выпускающей кафедры.

Тема магистерской диссертации должна отражать основную область специализации магистранта (см. перечень профилей подготовки во введении) и, как правило, должна быть связана с планами основных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ выпускающей кафедры или предприятий и организаций, на которых выполняется магистерская диссертация. Тема магистерской работы формируется с учетом научных интересов и возможностей магистранта, продемонстрированных при выполнении квалификационной работы бакалавра.

Выбор темы диссертации не сводится только к определению названия работы. Под темой диссертационной работы понимается намечаемый результат диссертационного исследования, направленный на решение конкретной проблемы [10-24]. Поэтому в первую очередь следует определить проблему, на решение которой направлены исследования или практическая разработка. Рекомендуется один из разделов первой главы посвятить разработке и анализу карт противоречий в выбранной предметной области.

Как известно проблема - это обобщенное множество сформулированных научных вопросов, которые охватывают область будущих исследований [20-24]. Проблема всегда возникает тогда, когда старое знание уже обнаружило свою несостоятельность, а новое знание еще не приняло развитой формы. Таким образом, проблема в науке - это противоречивая ситуация, требующая своего разрешения. Такая ситуация чаще всего возникает в результате открытия новых фактов, которые явно не укладываются в рамки прежних теоретических представлений, т.е. когда ни одна из теорий не может объяснить вновь обнаруженные факты [21].

Постулат жизненного цикла
<i>Каждое известное решение обладает давно забытыми преимуществами и выявленными в ходе эксплуатации недостатками, а каждое новое решение обладает разрекламированными преимуществами и неизвестными недостатками</i>

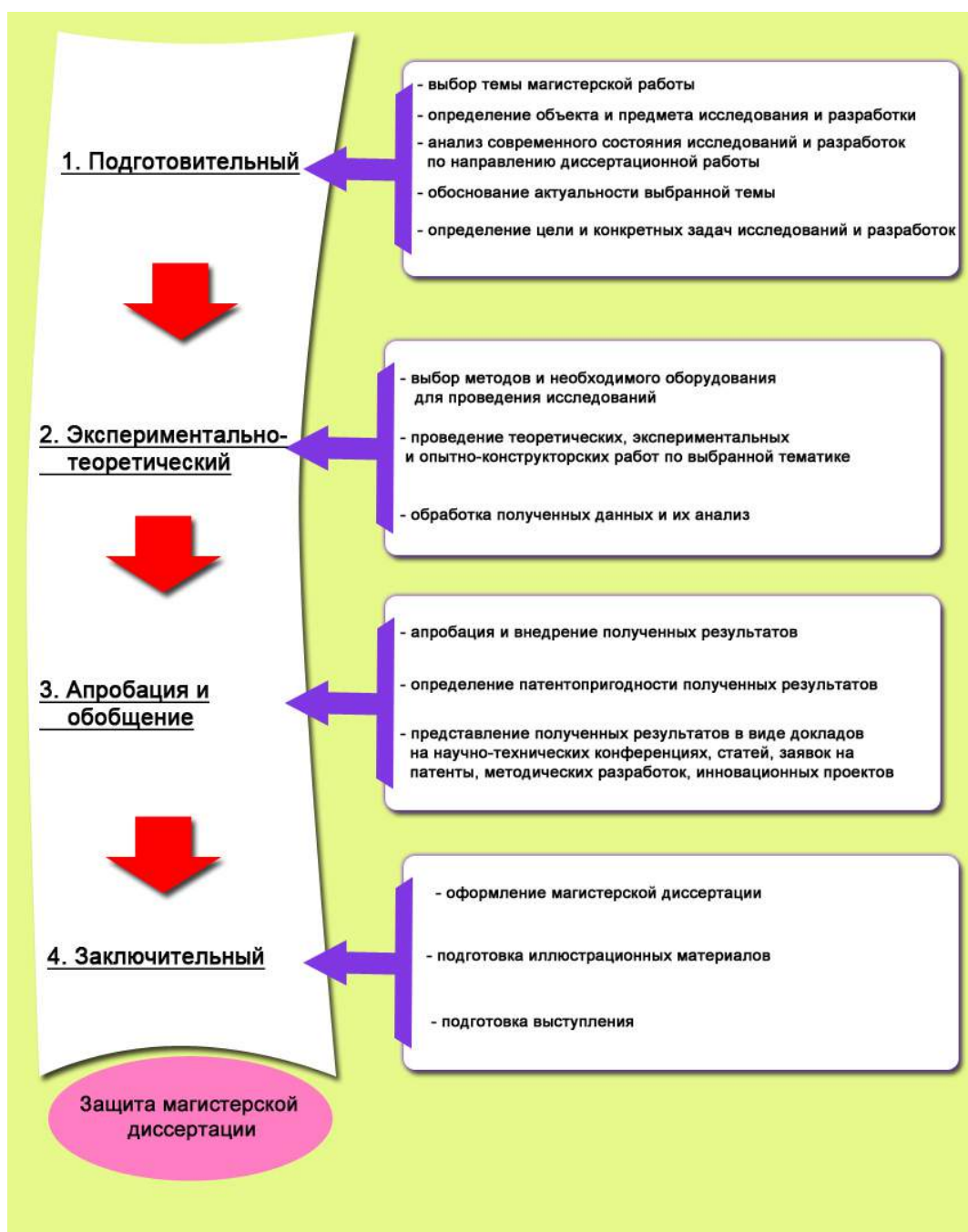


Рисунок 3.3.1 - Алгоритм организации и проведения исследований при выполнении магистерской диссертации

Тема диссертации может уточняться и конкретизироваться в процессе работы. Название магистерской диссертации должно быть по возможности кратким, точным и соответствовать ее основному содержанию. Следует избегать в заглавии диссертационной работы неопределенных формулировок (слова: разработка, исследования и т.п. запрещены).

Диссертационная работа является итогом научно-исследовательской работы магистранта, которая должна начинаться с планирования этапов ее выполнения. Научно-исследовательская работа магистранта должна проходить под руководством научного руководителя и в постоянном контакте с ним в течение всего времени обучения в магистратуре.

В первом семестре обучения составляется календарный план работы над диссертацией, определяющий продолжительность и содержание основных укрупненных этапов работы:

- анализ источников и противоречий по теме диссертации, постановка проблемы (глава 1);
- выбор математических методов исследования, анализ проблем диссертационного исследования на моделях, логическое и алгоритмическое моделирование и проектирование (2 глава);
- разработка методов и объектов, направленных на решение поставленных в диссертационной работе задач (3 глава);
- проведение экспериментальных исследований, анализ полученных результатов, оценка достижения ожидаемых результатов (4 глава);
- подготовка публикаций по теме диссертации (в среднем за время обучения в магистратуре магистрант должен опубликовать 4 печатных работы, по одной на каждую главу диссертации), апробация результатов на конференциях и т.п.;
- подготовка диссертации к защите.

Пример бланка календарного плана выполнения квалификационной работы магистра представлен в приложении Б.3.

Определив тему и направление исследований, нужно четко конкретизировать объект и предмет исследования или разработки, а потом определить цели, способы и конкретные технические средства исследований.

Объект исследования — процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию. Предмет исследования — все то, что находится в границах объекта исследования в определенном аспекте рассмотрения. Другими словами, объект исследования – это та часть объективной реальности, которую исследует магистр, а совокупность знаний об этом объекте и сам объект в процессе исследования – это предмет изучения (исследования) [20, 21]. Объект и предмет исследования как категории научного процесса соотносятся между собой как общее и частное. В объекте выделяется та часть, которая служит предметом исследования, на него направлено основное внимание магистранта. Предмет исследования определяет тему диссертационной работы [21].

Сформулировав тему диссертационной работы, проводят анализ современного состояния исследований и разработок по выбранной теме, на основе которого выполняется обоснование актуальности выбранной темы, определяют цели и задачи научного исследования.

Цель исследования состоит в решении научной проблемы путем совершенствования выбранной сферы деятельности конкретного объекта.

Особое внимание следует уделить формулировке конкретных задач исследования, направленных на достижение поставленной цели. Они должны коррелировать с содержанием глав диссертационной работы.

Подбор литературы и других источников информации следует начинать сразу же после выбора темы магистерской диссертации.

Начальное изучение литературы проводят по базам монографий и публикаций научной школы кафедры (<http://www.iu4.ru/knigi/>, <http://www.iu4.ru/publ/>, <http://www.iu4.ru/nauka/patent2011.php>).

Наиболее современную информацию о последних достижениях можно оперативно получить на сайтах Интернета.

Первый шаг – анализ подобных диссертационных работ в «Научной электронной библиотеке диссертаций и авторефератов» (<http://www.dissercat.com>).

Для поиска диссертаций можно использовать следующие источники:

- «Летопись авторефератов» - основной печатный источник сведений о диссертациях – издается Книжной палатой с 1981 г, это повременное издание, 12 номеров в год;

- тематическая периодика - существует практика, по которой в каждом номере в конце обычно дается информация о новых диссертациях.
- «Бюллетень ВАКа» регулярно публикует обзоры диссертаций по разным специальностям;
- электронная библиотека диссертаций (<http://www.dissercat.com>).

Адрес Российской государственной библиотеки (РГБ) – <http://www.aleph.rsl.ru>. Электронные каталоги РГБ охватывают библиографические описания диссертаций (с 1995 года) и авторефератов диссертаций (с 1987 года).

Второй шаг – анализ литературных источников по ресурсам «Научной электронной библиотеке» (НЭБ) (<http://elibrary.ru>). При этом следует проанализировать работы по ключевым словам с сортировкой по дате публикации по индексу цитирований. Работы с высоким индексом цитирований, как правило, можно отнести к более достоверным источникам.

Следует иметь в виду, что в электронных библиотеках находятся материалы, как правило, начиная с 2000-х годов издания, для обзора классических работ придется обратиться к традиционным изданиям.

Для работ, имеющих прикладную направленность, крайне желательно провести патентный поиск по патентным базам РФ, ЕС, США и Японии. Патентный поиск оформляется в виде отдельного исследования и включается в Приложение к диссертации. Наличие полученных магистрантом охранных документов на объекты интеллектуальной собственности, полученные в результате работы над диссертацией, значительно увеличивают ее качественные характеристики [25, 26].

Основными источниками патентной информации являются: рефераты и формулы изобретений, описания изобретений к патентам и авторским свидетельствам; техническая документация фирм производителей; научно-технические публикации.

Начинать патентный поиск следует с базы патентов научной школы кафедры (<http://www.iu4.ru/nauka/patent2011.php>). Далее поиск рекомендуется проводить по базам данных (БД) патентных ведомств ведущих стран мира.

Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) Российской Федерации (адрес в Интернете <http://www.fips.ru>) предлагает пользователям Интернета базы данных, созданные на основе официальных публикаций Роспатента:

- бесплатный доступ к БД с рефератами описаний изобретений к заявкам и патентам России на русском (RUABRU) и английском (RUABEN) языках с 1994г.;
- бесплатный доступ к БД с полными текстами российских патентных документов из последнего бюллетеня;
- доступ по подписке к описаниям изобретений на русском языке (RUPAT) к российским патентам с 1994г.;
- доступ по подписке к БД с рефератами описаний полезных моделей на русском языке (RUABUI) с 1994г.

Европейское патентное ведомство (ЕПВ) предоставляет доступ к БД ЕПВ, содержащим информацию о патентных документах Франции, Германии, Швейцарии, США, ЕПВ и ВОИС (библиографические данные, рефераты на английском языке и полные описания изобретений), Китая и Японии (библиографические данные и рефераты на английском языке), а также к библиографическим БД патентных документов 47 национальных и трех региональных патентных ведомств, включая Россию, ряд стран СНГ и Евразийское патентное ведомство (ЕАПВ) (адрес в Интернете <http://www.european-patent-office.org>).

Патентное ведомство США предоставляет бесплатный доступ к БД рефератов и полных описаний изобретений США с 1976 г. и заявок на выдачу патентов с 15.03.2001 г. (www.uspto.gov).

Патентное ведомство Японии открыло доступ к массивам своей электронно-цифровой библиотеки по промышленной собственности. С апреля 1998 г. был доступен массив рефератов на английском языке (Patent Abstracts of Japan), в марте 1999 г. к нему добавилась БД заявок на товарные знаки (адрес в Интернете <http://www.jpo-miti.go.jp>).

Сведения о патентах Великобритании можно получить по адресу: <http://www.patent.gov.uk>.

Работая над обзором источников информации, магистранту надо сразу приучить себя работать с электронными источниками информации и проводить всю работу с максимальным использованием имеющихся информационных технологий. Нужно стремиться иметь электронные версии литературных источников (структурировав их), это существенно облегчает дальнейшую работу над магистерской диссертацией. Необходимо сформировать перечень актуальных ключевых слов и уточненных поисковых запросов для точечного поиска публикаций по узкой тематике на русском и английском языках.

При подборе и изучении источников информации желательно руководствоваться следующими рекомендациями:

- первоначально следует ознакомиться с научно-технической литературой, раскрывающей теоретические аспекты изучаемого вопроса – монографиями и публикациями в периодической печати (перечень основных изданий по тематическим направлениям приведен в Приложении Б.9);
- при изучении источников информации надо **«выделять главное»**, а не стремиться освоить всю информацию, в них заключённую, систематизируйте, обобщайте и отбирайте только ту информацию, которая имеет непосредственное отношение к теме диссертации, используйте методы системного анализа для обработки информации [19-23, 26-28, 43-44];
- подробное изучение магистрантом источников информации заключается в их обобщении и систематизации, характер обобщения определяется возможностью использования данного материала в магистерской диссертации – выписки, цитаты, краткое изложение содержания литературного источника или характеристика фактического материала;
- анализируя источники информации, необходимо следить за оформлением ссылок на источники, чтобы в дальнейшем было легко ими пользоваться, сохранять не только фактическую информацию с интернет-сайтов, но и их адреса, формируйте список использованных источников параллельно с комплектованием структуры диссертационного исследования, рекомендуется дать общий обзор источников в введении и далее ссылаться на них по мере использования в диссертации;
- необходимо использовать современную информацию, по рассматриваемой проблеме, цитировать самые авторитетные и достоверные источники, точно указывать, откуда взяты используемые материалы.

Изучение научных публикаций рекомендуется проводить по этапам [20 - 26]:

- общее ознакомление с произведением в целом по его содержанию;
- беглый просмотр всего содержания;
- чтение в порядке последовательности расположения материала;
- выборочное чтение какой-либо части произведения;
- выписка представляющих интерес материалов;
- критическая оценка записанного, его редактирование и "чистовая" запись как фрагмент текста будущей диссертационной работы.

Работая с источниками информации, нужно собирать не любые факты, а только научные факты. Понятие "научный факт" значительно шире, чем понятие "факт", применяемое в обыденной жизни. Когда говорят о научных фактах, то понимают их как элементы, составляющие основу научного знания, отражающие объективные свойства вещей и процессов. На основании научных фактов определяются закономерности явлений, строятся теории и выводятся законы [20 - 26].

Научные факты, рассматриваемые при работе над диссертацией, характеризуются такими свойствами, как: объективность, точность, новизна и достоверность. Попробуйте при анализе источника заполнять таблицу с полями: наименование факта, объективность, точность, новизна и достоверность. При отборе и анализе фактов надо быть научно объективным. Нельзя исключать факты из рассмотрения только потому, что их трудно объяснить или найти им практическое применение.

Новизна научного факта подтверждается тем, что он говорит о принципиально новом, неизвестном до сих пор предмете, явлении или процессе. Это не обязательно научное открытие, но это новое знание о том, чего мы до сих пор не знали.

Точность научного факта определяется объективными методами и характеризует совокупность наиболее существенных признаков предметов, явлений, их количественных и качественных определений [20 - 26].

Достоверность научного факта характеризует его безусловное реальное существование, подтверждаемое при построении аналогичных ситуаций [20 - 26]. Достоверность научных фактов в значительной степени зависит от достоверности первоисточников, от их целевого назначения и характера представленной информации. К числу достоверных источников принадлежат:

- монографии - как научные издания, содержащие полное и всестороннее исследование какой-либо проблемы или темы;
- научные сборники, содержащие материалы научной конференции;
- научные сборники, включающие исследовательские материалы научных учреждений, учебных заведений или обществ;
- изобретения;
- результаты расчетов и экспериментов, их оценочные данные, методики, условия решения задачи.

Если в статье излагаются результаты завершенных исследований, и наряду со сведениями, относящимися к ходу исследований, приводятся данные об апробации полученных результатов, об их состоявшейся или возможной реализации, об экономической или производственной эффективности и др., то подобные сведения свидетельствуют об оригинальности статьи, ее теоретической и практической значимости. Отдельные научно-технические статьи могут содержать результаты незаконченных научных исследований. Такие результаты являются предварительными, поэтому они должны быть подвергнуты особо тщательному критическому анализу и оценке. Различной степенью достоверности обладают также доклады на научных конференциях, симпозиумах и т.п.

О достоверности исходной информации можно судить не только по характеру первоисточника, но и по научному и профессиональному авторитету автора, по принадлежности его к той или иной научной школе. Во всех случаях следует отбирать только последние данные, выбирать самые авторитетные источники, точно указывать, откуда взяты материалы.

Подобранный фактический материал нужно тщательно регистрировать и вести его классификацию и группировку, сопоставлять, сравнивать полученные количественные данные и т.п. При этом особую роль играет классификация, без которой невозможно научное построение или вывод. Результаты классификаций рекомендуется оформлять с помощью инструментов когнитивной графики, например Mind Map и т.п. [19, 47, 48].

Методы научного исследования. Успешность выполнения диссертации в значительной степени зависит от умения магистранта выбрать наиболее эффективные методы исследования, поскольку именно они позволяют достичь поставленной в диссертации цели.

Критериями выбора исследовательского подхода могут служить принципы диалектической логики [20-26]:

- объективности рассмотрения (при исследовании объекта следует исходить из него самого, а не из нашего мышления о нем);
- конкретности (при изучении объекта необходимо учитывать его особенности, специфические условия существования, а принципы и методы исследования объекта использовать лишь в качестве ориентиров);
- всесторонности рассмотрения (объект требуется рассматривать во всех его связях и отношениях).

Методы научного познания подразделяются на общие и специальные. Принято выделять следующие три большие группы общих методов исследований [21]:

- общелогические методы познания (анализ, синтез, сравнение, абстрагирование, обобщение, индукция, дедукция, аналогия и моделирование);
- методы эмпирического исследования (наблюдение, описание, измерение и эксперимент);
- методы теоретического исследования (мысленный эксперимент, идеализация, формализация, аксиоматический метод, гипотетико-дедуктивный метод, математическая гипотеза, восхождение от абстрактного к конкретному).

Большинство специальных проблем требуют применения специальных методов исследования. Данные методы имеют весьма специфический характер. Поэтому, они изучаются, разрабатываются и совершенствуются в конкретных, специальных направлениях и определяются характером исследуемого объекта [20-26].

Оценка полученных результатов научных исследований. Научные исследования оцениваются по следующим основным параметрам: актуальность исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, их достоверность [23].

Актуальность - этот параметр указывает на необходимость и своевременность изучения и решения проблемы для дальнейшего развития теории и практики исследуемой области, характеризует противоречия, которые возникают между общественными потребностями (спросом на научные идеи и практические рекомендации) и имеющимися средствами их удовлетворения, которые могут дать наука и практика в настоящее время.

При оценке актуальности фундаментальных исследований исходят из теоретической значимости темы, степени разработанности проблемы в науке, влияния, которое могут оказать результаты на существующие теоретические представления в данной области направлению [20, 21].

При оценке актуальности инженерных работ в первую очередь принимается во внимание практическая потребность в разработке темы, степень решения данного вопроса на практике, предполагаемый социальный и экономический эффект от внедрения.

Научная новизна - характеризует новые, впервые полученные положения, которые ранее не были известны и не зафиксированы в науке и практике.

Выделяют следующие основные виды новизны [20, 21]:

- теоретическая новизна (концепция, гипотеза, закономерность, терминология и т.д.);
- практическая новизна (правило, предложение, рекомендация, средство, требование, методическая система и т.д.).

В зависимости от сути диссертационной работы (фундаментальная, прикладная) на первый план будет выходить его теоретическая или практическая новизна, или оба вида одновременно.

Уровни новизны результата показывают место полученных знаний в ряду известных, их преемственность, и определяются на основе сопоставления новых исследований с уже известными в науке данными. Полученные результаты могут выполнять различные функции – уточнять, конкретизировать известное, дополнять его, либо коренным образом преобразовывать. В соответствии с выполняемыми функциями выделяют следующие уровни новизны [20, 21]:

- уровень конкретизации: новый результат уточняет известное, конкретизирует отдельные теоретические или практические положения, изменения затрагивают частные вопросы, отдельные положения, не имеющие принципиального значения для понимания сути явления, процесса;

- уровень дополнения: новый результат расширяет известные теоретические положения, практические рекомендации; приращение носит существенный характер, открывает новые аспекты, грани проблемы, выделяются новые элементы, части, которые ранее не были известны; в целом нововведение не изменяет картину, а дополняет ее;

- уровень преобразования характеризуется принципиально новыми подходами, которых раньше в теории и практике не было, коренным образом отличающимися от известных представлений в данной области направления.

Теоретическое значение показывает влияние результатов исследования на существующие концепции, подходы, идеи, теоретические представления в исследуемой области направления, характеризует ценностную сторону результатов исследования.

Практическое значение результатов исследования указывает на изменения, которые произошли или могут быть достигнуты в результате внедрения полученных результатов в практику. Для оценки практического значения необходимо описать те новые практические задачи, которые позволяют дополнительно решать сформулированные задачи и проблемы. Практическая значимость результатов диссертационных исследований зависит:

- от числа и состава пользователей, заинтересованных в результатах работы;
- масштаба внедрения (предприятие, отрасль, область, регион, государство);
- степени готовности результатов к внедрению (начальный, основной, завершающий);
- предполагаемого социально-экономического эффекта от внедрения.

Достоверность результатов научного исследования оценивает соответствие теоретической модели объекту исследования. Теоретическая модель исследуемого объекта считается завершённой в том случае, если эта модель во всех возможных условиях своего реального существования ведёт себя так же, как и исследуемый объект и при этом структура объекта и модели изоморфны [24].

Любое теоретическое построение – теорию, концепцию, закон можно считать достоверными в том случае, если они подтверждаются практикой.

3.4 Основные направления и виды ДМ

Тематика ДМ должна соответствовать тематике исследований, выполняемых магистрантом в рамках практик и стажировок на базовом предприятии или соответствовать НИР, проводимой на кафедре.

В зависимости от направленности исследования и характера решаемых задач можно выделить четыре основных вида магистерских диссертаций с учетом соответствия, нижеприведенным квалификационным признакам [20 - 24]:

1. Теоретические исследования ориентированы на выдвижение и логическое обоснование научных гипотез физических моделей о структуре, свойствах и закономерностях изучаемых явлений (процессов), или на выявление тенденций развития конструирования и производства электронных средств, обоснование новых направлений исследований (особенно на стыках научных дисциплин), переоценка устоявшихся подходов к интерпретации известных экспериментальных результатов.

Отличительные квалификационные признаки:

- а) постановка теоретической задачи с характеристикой новизны и преимуществами предлагаемого подхода;
- б) характеристика основных положений предлагаемой теоретической модели или концепции (включая вытекающую из такой концепции новую интерпретацию ключевых фактов и закономерностей, относящихся к соответствующим научным направлениям);
- в) четкая формулировка в терминах теоретической модели научной гипотезы, подлежащей экспериментальной проверке, и её содержательная интерпретация.

2. Экспериментальные исследования ориентированы на проверку теоретических гипотез путём сбора, обработки и обобщения данных, а также получение принципиально новых данных об объектах процессах направлении.

Основные квалификационные признаки:

- а) постановка конкретной задачи экспериментального исследования;
- б) характеристика объекта исследования, используемой информации, методов её сбора и обработки;
- в) представление результатов исследования и интерпретация полученных результатов в рамках известных модельных представлений с обязательным выделением результатов, не укладывающихся в известные теоретические модели.

3. Прикладные исследования ориентированы на применение известных знаний и методов конструкторско-технологического проектирования ЭС к решению практически значимых научно-технических задач и проблем направлению.

Основные квалификационные признаки:

- а) характеристика объекта исследования и решаемой прикладной задачи в области направлении, включая интерпретацию решаемой задачи с точки зрения существующего научного инструментария, характеристика методов её решения;
- б) характеристика используемых данных, степени их надёжности, достоверности применяемых методов их анализа;

в) изложение результатов исследования (и/или предлагаемых решений) и аргументов в пользу полученных выводов (решений) в сопоставлении с альтернативными вариантами решения аналогичных задач; характеристика сферы возможного применения полученных результатов за рамками проблемной ситуации, служившей непосредственным объектом изучения.

4. Комплексные исследования, направленные на одновременное решение задач двух или более типов, в том числе и проектные (например, теоретические и экспериментальные, экспериментальные и прикладные и т.д.).

Применительно к направлению, с учетом ее комплексного характера и инженерной направленности, основным видом диссертации следует считать прикладное исследование с элементами теоретических и экспериментальных работ и развитой проектной частью.

Однако могут выполняться ДМ с акцентом на теоретические, экспериментальные и прикладные исследования.

Типовое содержание ДМ приведено в приложении Б.7.

За все сведения, изложенные в ДМ, принятые решения и за правильность всех данных ответственность несет непосредственно студент – автор диссертационной работы.

3.5 Содержание разделов диссертации магистра

Диссертационная работа магистра состоит из текстовой части и иллюстративного и (или) графического материала.

Текстовая часть ДМ должна быть посвящена всестороннему анализу, научным исследованиям и/или прикладным разработкам, направленным на решение проблем, сформулированных в задании на ДМ. Объем текстовой части ДМ должен составлять 80 – 100 страниц.

Иллюстративный материал выносится на защиту ДМ либо на бумажном носителе в виде чертежей, плакатов, рисунков, схем, графиков, диаграмм, фотографий, таблиц и т.п (формат листов А1 ГОСТ 2.301), либо в мультимедийном виде (в виде слайдов) с распечаткой раздаточного материала. Допускается использование кино- и видеороликов. Для одной ДМ не рекомендуется сочетание разных форм подачи иллюстративного материала.

Объем иллюстрационного материала ДМ, выносимого на защиту, должен составлять: в случае представления его на листах формата А1 – не менее 10 листов; в случае представления его в виде презентации – не менее 12 слайдов с распечаткой раздаточного материала и раздачей членам ГЭК. В последнем случае раздаточный материал также оформляется в виде приложения к ДМ.

Иллюстративный материал выполняется с целью демонстрации при защите ДМ основных моментов работы, отражающих суть выполненных теоретических исследований и прикладных разработок, выводов и рекомендаций. В приложении Б.8 приведен пример оформления графического материала ДМ.

Диссертационная работа, выполненная в виде технического проекта, состоит из пояснительной записки и графической части. Графический материал оформляется в соответствии с требованиями единой системы конструкторской и технологической документации.

Правила оформления диссертации магистра и иллюстративных материалов аналогичны требованиям, предъявляемым к бакалаврским работам (п.2.6), приложение В.

Магистерская диссертация должна содержать следующие структурные части:

- титульный лист;
- содержание;
- список условных обозначений и сокращений (при необходимости);
- список терминов (при необходимости);
- введение;
- основную часть, разбитую на главы:

первая глава – анализ предметной области, классификации методов, постановка проблемы исследований и т.п.;

вторая глава – математические модели и методы решения поставленных задач и проблем;

третья глава – разработка конструкций, технологий и различных видов обеспечений;

четвертая глава – экспериментальные исследования и анализ полученных результатов;

заключение;

список использованных источников;

приложения (при необходимости).

Титульный лист диссертации оформляется согласно приложению Б.6.

Название диссертации должно быть кратким, определять область проведенных исследований, отражать их цель и соответствовать содержанию диссертации. В названии диссертации следует избегать использования аббревиатур, усложненной терминологии и сокращений. Не рекомендуется начинать название диссертации со слов: "Изучение...", "Исследование ...", "Разработка и исследование...", "Некоторые вопросы...", "Материалы к изучению...", "К вопросу..." и тому подобных.

Содержание дается в начале диссертации и включает в себя названия ее структурных частей с указанием номеров страниц, на которых размещается начало изложения соответствующих частей диссертации.

В разделе "Введение" обосновывается актуальность темы, определяется ее цель, формулируются задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели, выбираются методы исследования.

В введении отражается:

- актуальность;
- цель исследования;
- объект исследования;
- предмет исследования;
- решаемые научные, технические, экспериментальные задачи;
- научная новина;
- методы исследования;
- положения, выносимые на защиту;
- достоверность полученных результатов;
- практическая значимость;
- использование результатов работы;
- апробация работы;
- публикации;
- личный вклад магистранта
- структура и объем работы.

В подразделе "Цель исследования" формулируется цель работы. Не следует формулировать цель как "Исследование...", "Изучение...", так как эти слова указывают на процесс достижения цели, а не на саму цель.

Далее определяется объект и предмет исследования и обосновывается их выбор.

Формулировка решаемых научных, технических и экспериментальных задач должна соответствовать маршруту проектирования (исследования) и коррелировать с разделами содержания диссертации.

В подразделе "Положения, выносимые на защиту" в сжатой форме отражается сущность и новизна полученных научных результатов. В формулировке положений, выносимых на защиту, должны содержаться отличительные признаки новых научных результатов, характеризующие вклад соискателя в область науки, к которой относится тема диссертации. Они должны содержать не только краткое изложение сущности полученных новых результатов, но и сравнительную оценку их научной и практической значимости. Формулировка положения идентична формулировке некоторого утверждения (закона).

В подразделе "Апробация результатов диссертации" указывается, на каких конференциях, семинарах и т.п. были доложены результаты исследований, включенные в магистерскую диссертацию.

В подразделе "Публикации" указываются все публикации магистранта за время обучения в магистратуре: «По результатам обучения в магистратуре опубликовано 10 печатных работ, из которых 6 по теме диссертационного исследования, из них 2 в журналах, в которых ВАК рекомендована публикация результатов диссертационных исследований».

В подразделе "Личный вклад магистранта" должно быть отражено разграничение вклада соискателя в научные результаты, вошедшие в диссертацию, от вклада соавторов совместных публикаций.

В подразделе "Структура и объем диссертации" кратко излагается структура работы и поясняется логика ее построения. Приводится полный объем диссертации в страницах, объем, занимаемый иллюстрациями, таблицами, приложениями (с указанием их количества), а также количество использованных библиографических источников (включая собственные публикации соискателя).

Основная часть материала диссертации излагается в главах. Каждую главу диссертации следует завершать краткими выводами, которые подводят итоги этапов исследования и на которых базируется формулировка основных научных результатов и практических рекомендаций диссертационного исследования в целом, приводимые в разделе "Заключение".

Раздел "Заключение" содержит формулировку отличительных признаков научных результатов.

При наличии актов, справок об использовании (внедрении) полученных результатов, других материалов, относящихся к объектам интеллектуальной собственности, зарегистрированным в установленном порядке, в соответствующих пунктах этого подраздела следует делать ссылки на эти документы.

Раздел "Список использованных источников" должен включать два подраздела: "Список использованных источников", содержащий перечень источников информации, на которые в диссертации приводятся ссылки, и "Список публикаций магистранта", в котором приводятся библиографические сведения о всех публикациях магистранта. Отдельно указываются работы, опубликованные по теме диссертации.

В раздел "Приложения" включается вспомогательный материал. Он формируется в случае необходимости более полного раскрытия содержания и результатов исследований, оценки их научной и практической значимости. Число приложений определяется автором диссертации. В этот раздел включаются:

- промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты;
- исходные тексты компьютерных программ и краткое их описание;
- таблицы и иллюстрации вспомогательного характера;
- документы или их копии, которые подтверждают научное и (или) практическое применение результатов исследований или рекомендации по их использованию.

3.6 Автореферат магистерской диссертации

Подготовка к поступлению в магистратуру начинается с подготовки автореферата по предполагаемой диссертационной работе, в нем формулируются планируемые базовые отличительные характеристики научного исследования, формулируются основные положения и конкретизируются задачи, решение которых будет направлено на получение ожидаемых результатов. По мере работы над диссертацией автореферат корректируется, в нем отражается текущее состояние исследования. Текущая редакция автореферата представляется на каждой из четырех (по числу семестров обучения) аттестаций магистранта и является аннотированным отражением результатов работы магистранта над диссертацией.

Заключительное оформление автореферата является итоговым этапом выполнения диссертационной работы перед представлением ее к защите. Цель автореферата - ознакомление с содержанием и результатами магистерской диссертации всех заинтересованных лиц.

Автореферат достаточно полно раскрывает содержание диссертации, не содержит излишних подробностей, а также информации, которая отсутствует в диссертации.

Объем рукописи автореферата магистранта (без учета обложки) должен составлять 1 печатный лист (16 страниц).

Структура автореферата. Автореферат содержит следующие обязательные компоненты: сведения, приводимые на лицевой стороне обложки, общую характеристику работы, основное содержание, заключение, список всех публикаций магистранта с указанием публикаций по теме магистерской диссертации. Лицевая и оборотная стороны обложки автореферата оформляется согласно приложениям Б4 и Б5.

Общая характеристика работы должна включать все подразделы, которые предусмотрены для введения диссертации.

В основном содержании кратко излагается содержание глав диссертации.

Заключение, приводимое в автореферате, должно содержать выводы, приведенные в диссертации.

Общая характеристика работы и заключение, приводимые в автореферате, должны дословно воспроизводить соответствующие разделы диссертации без изъятий или дополнений.

Автореферат магистерской диссертации печатается в виде брошюры в количестве, определяемом выпускающей кафедрой по направлению магистерской подготовки. Формат издания автореферата - А5. Текст печатается на обеих сторонах листа. На автореферате должны быть указаны выпускные данные согласно ГОСТ 7.4-95. Пример титульного листа автореферата приведен в приложениях Б.4 и Б.5.

Все экземпляры автореферата диссертации, подготовленные к рассылке, должны быть подписаны автором магистерской диссертации на первом листе.

3.7 Организация защиты диссертации магистра

Защита ДМ осуществляется на заседании Государственной экзаменационной комиссии по соответствующей основной образовательной программе высшего профессионального образования.

К защите ДМ допускаются студенты, выполнившие все требования учебного плана. Расписание работы ГЭК, согласованное с председателем ГЭК и утвержденное деканом факультета, доводится до общего сведения студентов не позднее, чем за две недели до начала защит ДМ.

В ГЭК до начала защиты ДМ предоставляются следующие документы:

- переплетенный текст диссертации (1 экз.), авторефераты и раздаточный материал в установленном количестве;
- справка деканата о выполнении студентом учебного плана;
- отзыв научного руководителя ДМ;
- рецензия внешнего рецензента.

Защита ДМ происходит на открытом заседании ГЭК в такой последовательности:

- зачитывается справка деканата;
- доклад диссертанта (15...20 мин);
- ответ диссертанта на вопросы членов ГЭК, а также всех желающих;
- оглашение отзыва научного руководителя и рецензии;
- заслушиваются ответы диссертанта на замечания рецензента.

В докладе диссертанту следует изложить важнейшие этапы, особенности и результаты работы, не вдаваясь скрупулезно в тонкости конкретных технических решений, четко сформулировать конечные результаты.

Вопросы, задаваемые диссертанту, могут касаться деталей выполненного проекта, либо общих теоретических положений, связанных или несвязанных с темой проекта, в пределах существующих учебных программ.

Решение комиссии принимается простым большинством голосов на закрытом заседании ГЭК. Результаты защиты ДМ определяются оценками "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" и "неудовлетворительно". При оценке работы учитывается качество выполнения и оформления проекта, уровень защиты проекта и ответов на вопросы, мнение

руководителя и рецензента. ГЭК может принять решение о выдаче диплома с отличием, а также рекомендовать защитившего диплом к поступлению в аспирантуру.

Защита диссертации может быть проведена на иностранном языке. В этом случае на заседание ГАК приглашается переводчик или преподаватель кафедры иностранных языков, а защищающийся представляет членам ГЭК текст своего выступления, отпечатанный на русском языке.

3.8 Требования к государственному экзамену магистра

Порядок проведения и программа государственного экзамена определяются вузом на основании методических рекомендаций и соответствующих примерных программ, разработанных УМО по конкретному направлению подготовки.

Примерная программа государственного экзамена по направлению “Конструирование и технология электронных средств” для магистров приведена в приложении Б.1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обилие направлений, новых принципов, методов, технологий и материалов, привлекаемых для создания электронных устройств, открывает широкий простор для применения сил и таланта выпускников по направлению "Конструирование и технология электронных средств".

Отличительной особенностью подготовки бакалавров и магистров по направлению "Конструирование и технология электронных средств" от других, узкоспециализированных направлений, является широкий охват освоения студентами базовых основ различных по своей природе дисциплин: схемотехника, конструирование, технология производства, управление качеством продукции, программное обеспечение, информационные технологии. На это направлена и завершающая фаза приобретения студентами знаний в университете: государственная аттестация. Это дает возможность выпускнику кафедры найти применение полученных знаний в широком спектре предприятий и организаций радиоэлектронной отрасли, ориентироваться в быстро меняющейся экономической ситуации, обеспечить мобильность в принятии решения о трудоустройстве, специализироваться в конкретных направлениях развития электронно-вычислительной и радиоэлектронной промышленности.

В эру NBIC технологий (Nano – Bio – Informations – Cognitive) многомасштабность решаемых задач обеспечивает выпускнику по направлению "Конструирование и технология электронных средств" широкие перспективы активного участия в глобальном научно-техническом прогрессе и дают возможность в полной мере раскрыть свои творческие способности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. К.И.Билибин, А.И.Власов, Л.В.Журавлева и др. Конструкторско-технологическое проектирование электронных средств /под общ. редакцией В.А.Шахнова. - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана. - 2005. - 568 с.
2. Александров К. К., Кузьмина Е. Г. Электротехнические чертежи и схемы.— Москва: Энергоатомиздат, 1990. — 288 с: ил.
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э. Баумана. - 2006.- 446 с.
4. Чеканов А.Н. Расчеты и обеспечение надежности электронной аппаратуры: учебное пособие - М.: Кнорус. – 2012. – 440 с.
5. Захаржевский С. Б., Курносенко А. Е. Расчет изделий электроники на механические и тепловые воздействия в САПР Creo. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана. - 2013. - 56 с.: ил.
6. Методы микроскопии : учеб. Пособие /А.И.Власов,К.А.Елсуков,Ю.В.Панфилов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.1). - 280 с.:ил.
7. Технологические процессы в наноинженерии : учеб. Пособие /П.И.Варламов, К.А.Елсуков, В.В.Макарчук - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.2). - 176 с.:ил.
8. Многокомпонентное 3D проектирование наносистем : учеб. пособие /А.В.Назаров – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.4). - 392 с.:ил.
9. Проектирование электронной элементной базы наносистем : учеб. пособие /В.В.Макарчук, И.А.Родионов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.5). - 160 с.:ил.
10. Проектирование наносенсоров : учеб. пособие /А.А.Денисов,В.А.Кальнов,В.А.Шахнов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.6). - 128 с.:ил.
11. Проектирование оптической элементной базы наносистем : учеб. пособие /А.А.Денисов, В.А.Кальнов, В.А.Шахнов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.7). - 144 с.:ил.
12. Методы литографии в наноинженерии : учеб. пособие /В.В.Макарчук,И.А.Родионов,Ю.Б.Цветков - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.9). - 176 с.:ил.
13. Электронная микроскопия : учеб. пособие /А.И.Власов, К.А.Елсуков, И.А.Косолапов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.11). - 168 с.:ил.
14. Оптическая микроскопия : учеб. пособие /А.И.Власов, К.А.Елсуков, И.А.Косолапов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.12). - 184 с.:ил.
15. Автоматизированное проектирование наносистем : учеб. пособие /А.И.Власов,Л.А.Зинченко,В.В.Макарчук,И.А.Родионов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.13). - 184 с.:ил.
16. Основы моделирования микро- и наносистем : учеб. пособие /А.И.Власов, А.В.Назаров - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.14). - 144 с.:ил.
17. Бионаноинженерия : учеб. пособие /А.И.Власов, А.А.Денисов, К.А.Елсуков - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.15). - 224 с.:ил.
18. Е.М.Парфенов, Костиков В.Г., Шахнов В.А. Источники электропитания электронных средств: схемотехника и конструирование - М.: 2009. 364 с.
19. Е.В. Резчикова, А.В. Ревенков Теория и практика решения технических задач. – М.:Форум. 2009.

20. Научные работы: Методика подготовки и оформления. /Авт-сост. И. Н.Кузнецов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Мн.:Амалфея, 2000. – 544 с.
21. Кузин Ф. А. Кандидатская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты: практ. пособие для аспирантов и соискателей учен. степ. / Кузин Ф. А. – 5-е изд., доп. – М.: Ось-89, 2000.– 224 с.
22. Кузин Ф. А. Магистерская диссертация. Методика написания, правила оформления и процедура защиты: практ. пособие для студентов-магистрантов / Кузин Ф. А. – М.: ОСЬ-89, 1998. – 304 с.
23. Леднев В. С. Научное образование: развитие способностей к научному творчеству / В. С. Леднев. – 2-е изд., испр. – М.: МГАУ, 2002. – 120 с.
24. Скорняков Э.П., Смирнова В.Р., Гаврилов С.В. Использование Интернета при проведении патентных исследований. – М.: ИНИЦ Роспатента, 2005. – 66 с.
25. Дипломное проектирование: методические указания. И.П. Бушминский, Е.М. Парфенов, В.А. Шахнов, В.В. Чермошенский. /Под ред. В.А. Шахнова.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1998, - 51 с.
26. Соломонов Л.А., Парфенов Е.М., Багдасарьян Н.Г. Методические рекомендации по дипломному проектированию для студентов факультета «Информатика и системы управления /Под ред. В.Н. Четверикова. -М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1995. – 23 с.
27. Парфенов Е.М., Мысловский Э.В. Предпроектные исследования при конструировании электронных средств: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000. – 75 с.
28. Е.М.Парфенов, Костиков В.Г., Шахнов В.А. Проектирование источников электропитания электронной аппаратуры. - М.: 2008. 284 с.
29. Т.И.Агеева, А.М.Афонин, А.И.Власов, В.А.Шахнов и др. Информационные технологии в инженерном образовании /под ред. С.В.Коршунова, В.Н.Гузненкова - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2007. - 432с.:ил.
30. Е.В. Пирогова Проектирование и технология печатных плат. - М.: Форум: Инфра-М., - 2005. - 560 с.
31. А.Н.Балухто, Е.В.Бурый, А.И.Власов и др. Нейрокомпьютеры в системах обработки изображений : Кн.7 /под ред. А.И.Галушкина, Ю.В.Гуляева - М.: Радиотехника. - 2003. – 192 с.:ил. (Нейрокомпьютеры и их применение).
32. В.А.Шахнов, А.И.Власов, А.С.Кузнецов, Ю.А.Поляков Нейрокомпьютеры: архитектура и схемотехника. - М.Изд-во Машиностроение. - 2000. - 64 с.
33. Власов А.И., Лыткин С.Г., Яковлев В.Л. Краткое практическое руководство разработчика по языку PL/SQL. - М.: Машиностроение. - 2000. - 64 с.
34. Березин О.К., Костиков В.Г., Шахнов В.А. Справочник: Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры. - М.: Радио и Связь. - 2000. - 264 с.
35. Адамова А.А., Адамов А.П., Ирзаев Г.Х. Методологические основы обеспечения технологичности электронных средств. – Санкт-Петербург. Изд-во “Политехника”. - 2008. - 312 с.
36. Э.В.Мысловский Промышленные роботы в производстве радиоэлектронной аппаратуры - М.: Радио и связь, 1997.
37. А.Н.Преснухин, В.А.Шахнов Конструирование электронно-вычислительных машин и систем - М.: Высшая школа, 1986.
38. Е.М.Парфенов, Э.М.Камышная, В.П.Усачев Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры - М.: Радио и связь, 1986.
39. Гриднев В. Н., Г.Н.Гриднева Технологии коммутационных структур ЭС : учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 452 с.: ил. (Библиотека «Конструкторско-технологическое проектирование электронных средств»: в 25 кн. Кн. 7).
40. Кабаева А.С., Маркелов В.В. Управление качеством ЭС : учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 500 с.: ил. (Библиотека «Конструкторско-технологическое проектирование электронных средств»: в 25 кн. Кн. 2).

41. Шахнов В.А., Зинченко Л.А., Соловьев В.А., Курносенко А.Е. Основы конструирования в Solid Edge. Пособие по проектированию изделий в приборостроении: Учебное пособие. – М.: ДМК Пресс, 2014. — 372 с.
42. К.И. Билибин Основы проектирования приспособлений: Учебное пособие. Издание Второе — М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. - 52 с.
43. А.И.Власов Системный анализ технологических процессов производства сложных технических систем с использованием визуальных моделей //Международный научно-исследовательский журнал. - 2013. - № 10-2 (17). - С. 17-26.
44. А.И.Власов Пространственная модель оценки эволюции методов визуального проектирования сложных систем //Датчики и Системы. - 2013. - №9. - С.10-28.
45. Власов А.И., Иванов А.М. Визуальные модели управления качеством на предприятиях электроники //Наука и образование: электронное научно-техническое издание. - 2011. - №11.
46. Камышная Э.Н., Маркелов В.В., Соловьев В.В. Конструкторско-технологические расчеты электронной аппаратуры: Учебное пособие. - Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 165 с.
47. Маркелов В.В., Власов А.И., Камышная Э.Н. Системный анализ процесса управления качеством изделий электронной техники // Надежность и качество сложных систем. - №1. - С.35-43.
48. В.В.Маркелов, А.И.Власов, Д.Е.Зотьева Семь основных инструментов системного анализа при управлении качеством изделий электронной техники // Датчики и системы. - №8. - С.55-67.
49. Маркелов В.В., Камышная Э.Н., Зотьева Д.Е. Методы автоматизации входного статистического контроля при управлении качеством изделий электронной техники // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2014. - №3. - С.68-84.
50. Курносенко А.Е., Соловьев В.А., Арабов Д.И. Программные модули для организации совместного проектирования электронной и механической составляющих изделия в САПР SOLID EDGE/NX // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2014. - №3. - С.85-89.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	стр. 3
Нормативные ссылки	4
Список сокращений и условных обозначений	5
Список терминов	6
ВВЕДЕНИЕ	11
1 Общие положения	13
2 Методические рекомендации по организации и проведению итоговой государственной аттестации бакалавров по направлению подготовки “Конструирование и технология электронных средств”	15
2.1 Общие требования к итоговой государственной аттестации бакалавров	15
2.2 Организация выполнения квалификационной работы бакалавра	15
2.3 Общие требования к квалификационной работе бакалавра	17
2.4 Примерная тематика курсовых и квалификационных работ бакалавров	18
2.5 Объем и структура квалификационной работы бакалавра	39
2.6 Оформление пояснительной записки КРБ	40
2.7 Подготовка к защите квалификационной работы бакалавра	41
2.8 Организация защиты квалификационной работы бакалавра	42
2.9 Требования к государственному экзамену бакалавра	43
3 Методические рекомендации по организации и проведению итоговой государственной аттестации магистров по направлению “Конструирование и технология электронных средств”	45
3.1 Общие требования к итоговой государственной аттестации магистра	45
3.2 Требования к диссертации магистра	46
3.3 Методология научного исследования при выполнении диссертации магистра	46
3.4 Основные направления и виды магистерских диссертаций	55
3.5 Содержание разделов диссертации магистра	56
3.6 Автореферат магистерской диссертации	58
3.7 Организация защиты диссертации магистра	59
3.8 Требования к государственному экзамену магистра	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	62

ПРИЛОЖЕНИЕ А. МАТЕРИАЛЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ БАКАЛАВРА	67
А.1 Примерная программа государственного экзамена по направлению подготовки “Конструирование и технология электронных средств” для бакалавров с примерами тестовых заданий	68
А.2 Задание на выполнение квалификационной работы бакалавра	76
А.3 Календарный план выполнения квалификационной работы бакалавра	78
А.4 Титульный лист квалификационной работы бакалавра	79
А.5 Типовое содержание квалификационной работы бакалавра по профилю подготовки	80
А.6 Пример оформления графического материала квалификационной работы бакалавра	82
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. МАТЕРИАЛЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ МАГИСТРА	106
Б.1 Программа вступительных испытаний в магистратуру	107
Б.2 Программа междисциплинарного государственного экзамена	120
Б.3 Задание на выполнение магистерской диссертации	131
Б.4 Календарный план выполнения магистерской диссертации	133
Б.5 Титульный лист автореферата диссертации магистра	134
Б.6 Обратная сторона титульного листа автореферата диссертации магистра	135
Б.7 Титульный лист диссертации магистра	136
Б.8 Типовое содержание диссертации магистра	137
Б.9 Пример оформления графического материала диссертации магистра	138
Приложение В. Правила оформления пояснительной записки КРБ и ДМ	157

ПРИЛОЖЕНИЕ А.

МАТЕРИАЛЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ БАКАЛАВРА

Приложение А.1

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального
образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)



УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор —
проректор по учебной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана
_____ Б.В. Падалкин
«___» _____ 2015 г.

Регистрационный номер:

Дисциплина для учебного плана направления: **211000**

Факультета(ов) – **Информатика и системы управления (ИУ)**

ПРОГРАММА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Автор(ы): **Власов А.И., Макаrchук В.В., Соловьев В.А., Шахнов В.А.**

*Кафедра ИУ4, «Проектирование и технология производства
электронной аппаратуры»*

Москва, 2015

Программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования в соответствии с требованиями к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению 211000 «Конструирование и технология электронных средств», квалификация – бакалавр.

Государственный экзамен является частью итоговой государственной аттестации.

Каждый билет государственного экзамена содержит 3 (три) вопроса, по одному вопросу из каждого подраздела, указанного в п.3.

Раздел 1. Цель государственного экзамена

Целью государственного экзамена является установление уровней теоретической подготовки выпускника МГТУ им. Н.Э. Баумана к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (см. «Положение об итоговой государственной аттестации выпускников МГТУ имени Н.Э. Баумана» от 20.03.2006 г.).

Раздел 2. Знания и умения выпускника

2.1. Выпускник должен знать:

- ▶ общие принципы схмотехнического и конструкторско-технологического проектирования ЭС различного назначения;
- ▶ жизненный цикл ЭС, этапы и порядок разработки ЭС;
- ▶ основы автоматизированного проектирования ЭС и информационного сопровождения жизненного цикла ЭС.

2.2. Выпускник должен уметь:

- ▶ составить и интерпретировать структурную, функциональную и принципиальную схемы ЭС;
- ▶ выполнить общий вид конструкции ЭС или сборочный чертеж составляющего его узла;
- ▶ разработать технологический процесс изготовления ЭС с указанием основных технологических операций;
- ▶ выделить основные параметры, влияющие на качественные показатели ЭС.
- ▶ использовать средства САПР и информационного сопровождения всех этапов жизненного цикла ЭС.

Раздел 3. Перечень вопросов государственного экзамена

§ 3.1 Конструкторское проектирование электронных средств

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. ГОСТ, МЭК, IEC.
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. Конструкции литых монтажных оснований. 3D-MID .
16. Методы 3D-корпусирования на уровне компонента и электронного модуля 1-ого уровня.
17. Гибкие и гибко-жесткие монтажные основания.
18. Последовательность решаемых конструктором задач при конструировании электронного модуля 1-ого уровня.
19. Конструктивное построение электронной аппаратуры различного назначения. Бортовая аппаратура: самолетная, ракетная, космическая.
20. Конструктивное построение электронной аппаратуры различного назначения. Морская аппаратура: судовая, корабельная, буйковая.
21. Конструктивное построение электронной аппаратуры различного назначения. Наземная аппаратура: стационарная, возимая, носимая.
22. Классификация и выбор электрических соединений. Электрические контакты. Разъемы для печатного монтажа.
23. Сигнальные связи, выполненные одиночными проводниками, витыми парами и коаксиальными кабелями.
24. Выбор проводов и кабелей.
25. Одиночная сигнальная связь. Формы искажений, методы борьбы.
26. Конструирование шин питания и земли. Виды разводов.
27. Разработка электромонтажных чертежей.
28. Защита от механических воздействий.
29. Защита от воздействий влажности.
30. Защита от воздействия пыли.
31. Защита от перегрева и температурных воздействий.
32. Способы охлаждения электронной аппаратуры.
33. Теплоотвод кондукцией.
34. Теплоотвод конвекцией.
35. Теплоотвод излучением.
36. Тепловые трубки.
37. Испарительные системы охлаждения.
38. Термоэлектрические системы охлаждения.
39. Использование радиаторов.
40. Принудительное воздушное охлаждение.
41. Принудительное жидкостное охлаждение.
42. Защита от воздействий помех.
43. Надежность электронных средств.
44. Короткие линии связи. Согласование.
45. Длинные линии связи. Согласование.
46. Конструктивные способы уменьшения перекрестных помех в линиях связи.
47. Общее резервирование.
48. Поэлементное резервирование.
49. Скользящее резервирование.
50. Оценка надежности ремонтируемых систем.

§ 3.2. Технологические процессы производства ЭА

1. Этапы технологического проектирования.
2. Технологическая подготовка производства.
3. Классификация элементной базы ЭС.
4. Классификация технологических процессов формирования интегральных структур.
5. Классификация методов литографии.
6. Технологии получения чистого кремния.
7. Формирование структуры и топологии биполярного транзистора.
8. Формирование структуры и топология МОП транзистора.
9. Диоды в интегральном исполнении.
10. Резисторы в интегральном исполнении.
11. Конденсаторы в интегральном исполнении.
12. Пленочные элементы.
13. Фотолитография.
14. Рентгенолитография.
15. Электронолитография.
16. Ионно-лучевая литография.
17. Диффузия из ограниченного источника.
18. Диффузия из неограниченного источника.
19. Ионная имплантация.
20. Эпитаксия.
21. Методы формирования диффузионно-планарной структуры.
22. Методы формирования эпитаксиально-планарной структуры.
23. Методы формирования структуры с диэлектрической изоляцией.
24. Методы формирования изопланарной структуры.
25. Методы формирования полипланарной структуры.
26. Методы формирования КМОП структуры.
27. Методы формирования структуры «Кремний-на-сапфире».
28. Методы формирования структуры «Кремний-на-изоляторе».
29. Термическое вакуумное напыление.
30. Виды испарителей.
31. Ионно-лучевое испарение.
32. Катодное напыление.
33. Ионно-плазменное напыление.
34. Магнетронное напыление.
35. Толсто пленочная технология.
36. Разделение пластин на кристаллы.
37. Способы монтажа кристаллов на подложку.
38. Многокристальные модули.
39. Классификация методов герметизации.
40. Метод свободной заливки во вспомогательные формы.
41. Метод свободной заливки в корпуса.
42. Компрессионное прессование.
43. Литьевое прессование.
44. Герметизация корпусов клеем.
45. Герметизация корпусов пайкой.
46. Герметизация корпусов холодной сваркой.
47. Герметизация корпусов аргоно-дуговой сваркой.
48. Герметизация корпусов лазерной сваркой.
49. Герметизация корпусов шовной контактной сваркой.
50. Методы контроля герметичности.

§ 3.3. Конструкторско-технологическая информатика и САПР

1. Конструкторская документация в системе электронного документооборота на предприятии.
2. Конструкторские САПР в современном процессе проектирования. Место конструкторской САПР в системе поддержки жизненного цикла изделия. Функциональные возможности, решаемые задачи.
3. Понятие CALS технологий и их связь с жизненным циклом изделий, основные компоненты CALS.
4. Этапы разработки АИС, требования к конструкторско-технологическим базам данных.
5. Особенности разработки клиентского ПО, общая характеристика методов и средств разработки клиентского ПО.
6. Разработка клиентского ПО для доступа к БД. Технологии, основные особенности, авторизация и доступ к БД, модульное построение, основные библиотеки и функции.
7. Роли и системные привилегии. Понятие профиля пользователя. Команды управления привилегиями и ролями. Основные системные привилегии.
8. Роли и объектные привилегии. Понятие профиля пользователя. Команды управления привилегиями и ролями. Основные объектные привилегии.
9. Формализация проектных задач и возможности применения ЭВМ для их решения.
10. Классификация параметров проектируемых объектов, параметрические САПР и синхронные технологии проектирования.
11. Математическое обеспечение автоматизации проектирования.
12. Классификация математических моделей ЭА.
13. Математические модели ЭА на микро-, макро- и метауровнях.
14. Моделирование технических объектов на метауровне.
15. Постановка задачи автоматического формирования математических моделей систем на макроуровне.
16. Методы автоматизированного проектирования ЭА на микроуровне.
17. Основные проблемы проектирования ЭА и пути их решения.
18. Роль языка программирования в автоматизированных системах машинного проектирования.
19. Тенденции развития систем автоматизированного проектирования.
20. Технологии и среды разработки управляющих программ для встраиваемых систем.
21. Решение краевых задач методом конечных элементов.
22. Метод граничных элементов для моделирования процессов в конструкциях ЭА.
23. Разработка дискретных моделей ЭА с использованием метода конечных разностей.
24. Разработка дискретных моделей ЭА с использованием метода конечных элементов.
25. Назначение конструкторско-технологического документа «Правила проектирования».
26. Основные параметры, используемые при описании конструктивно-топологических ограничений.
27. Методология топологического проектирования объектов ЭА.
28. Упрощенное проектирование топологии.
29. Метод вентильных матриц в топологическом проектировании интегральных структур.
30. Метод стандартных блоков в топологическом проектировании интегральных структур.
31. Критерии оценки эффективного размещения блоков и трассировки межсоединений.
32. Разделение и группировка логических схем.
33. Алгоритмы размещения в ЭА.
34. Алгоритмы трассировки в ЭА.
35. Алгоритмы компоновки ЭА.

Раздел 4. Учебно-методические материалы

4.1. Основная литература

1. К.И.Билибин, А.И.Власов, Л.В.Журавлева и др. Конструкторско-технологическое проектирование электронных средств /под общ. редакцией В.А.Шахнова. - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана. - 2005. - 568 с.
2. Чеканов А.Н. Расчеты и обеспечение надежности электронной аппаратуры: учебное пособие - М.: Кнорус. – 2012. – 440 с.
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э. Баумана. - 2006.- 446 с.
4. Захаржевский С. Б., Курносенко А. Е. Расчет изделий электроники на механические и тепловые воздействия в САПР Сгео. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана. - 2013. - 56 с.: ил.
5. Шахнов В.А., Зинченко Л.А., Соловьев В.А., Курносенко А.Е. Основы конструирования в Solid Edge. Пособие по проектированию изделий в приборостроении: Учебное пособие. – М.: ДМК Пресс, 2014. — 372 с.
6. Методы микроскопии : учеб. Пособие /А.И.Власов, К.А.Елсуков, Ю.В.Панфилов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.1). - 280 с.:ил.
7. Технологические процессы в наноинженерии : учеб. Пособие /П.И.Варламов, К.А.Елсуков, В.В.Макарчук - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.2). - 176 с.:ил.
8. Многокомпонентное 3D проектирование наносистем : учеб. пособие /А.В.Назаров – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.4). - 392 с.:ил.
9. Проектирование электронной элементной базы наносистем : учеб. пособие /В.В.Макарчук, И.А.Родионов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.5). - 160 с.:ил.
10. Проектирование наносенсоров : учеб. пособие /А.А.Денисов, В.А.Кальнов, В.А.Шахнов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.6). - 128 с.:ил.
11. Проектирование оптической элементной базы наносистем : учеб. пособие /А.А.Денисов, В.А.Кальнов, В.А.Шахнов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.7). - 144 с.:ил.
12. Методы литографии в наноинженерии : учеб. пособие /В.В.Макарчук, И.А.Родионов, Ю.Б.Цветков - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.9). - 176 с.:ил.
13. Электронная микроскопия : учеб. пособие /А.И.Власов, К.А.Елсуков, И.А.Косолапов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.11). - 168 с.:ил.
14. Оптическая микроскопия : учеб. пособие /А.И.Власов, К.А.Елсуков, И.А.Косолапов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.12). - 184 с.:ил.
15. Автоматизированное проектирование наносистем : учеб. пособие /А.И.Власов, Л.А.Зинченко, В.В.Макарчук, И.А.Родионов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.13). - 184 с.:ил.
16. Основы моделирования микро- и наносистем : учеб. пособие /А.И.Власов, А.В.Назаров - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.14). - 144 с.:ил.
17. Бионаноинженерия : учеб. пособие /А.И.Власов, А.А.Денисов, К.А.Елсуков - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.15). - 224 с.:ил.
18. Е.М.Парфенов, Костиков В.Г., Шахнов В.А. Источники электропитания электронных средств: схемотехника и конструирование - М.: 2009. 364 с.

4.2. Дополнительная литература

1. Преснухин Л.Н., Шахнов В.А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем. – М.: Высшая школа, 1986.
2. Шерстнев В.В. Конструирование и микроминиатюризация ЭВА. – М.: Радио и связь, 1984.
3. Е.В. Резчикова, А.В. Ревенков Теория и практика решения технических задач. – М.:Форум. 2009.
4. Е.М.Парфенов, Костиков В.Г., Шахнов В.А. Проектирование источников электропитания электронной аппаратуры. - М.: 2008. 284 с.
5. Т.И.Агеева, А.М.Афонин, А.И.Власов, В.А.Шахнов и др. Информационные технологии в инженерном образовании /под ред. С.В.Коршунова, В.Н.Гузненкова - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2007. - 432с.:ил.
6. Е.В. Пирогова Проектирование и технология печатных плат. - М.: Форум: Инфра-М., - 2005. - 560 с.
7. А.Н.Балухто, Е.В.Бурый, А.И.Власов и др. Нейрокомпьютеры в системах обработки изображений : Кн.7 /под ред. А.И.Галушкина, Ю.В.Гуляева - М.: Радиотехника. - 2003. – 192 с.:ил. (Нейрокомпьютеры и их применение).
8. В.А.Шахнов, А.И.Власов, А.С.Кузнецов, Ю.А.Поляков Нейрокомпьютеры: архитектура и схемотехника. - М.Изд-во Машиностроение. - 2000. - 64 с.
9. Власов А.И., Лыткин С.Г., Яковлев В.Л. Краткое практическое руководство разработчика по языку PL/SQL. - М.: Машиностроение. - 2000. - 64 с.
10. Березин О.К., Костиков В.Г., Шахнов В.А. Справочник: Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры. - М.: Радио и Связь. - 2000. - 264 с.
11. Адамова А.А., Адамов А.П., Ирзаев Г.Х. Методологические основы обеспечения технологичности электронных средств. – Санкт-Петербург. Изд-во “Политехника”. - 2008. - 312 с.
12. Э.В.Мысловский Промышленные роботы в производстве радиоэлектронной аппаратуры - М.: Радио и связь, 1997.
13. А.Н.Преснухин, В.А.Шахнов Конструирование электронно-вычислительных машин и систем - М.: Высшая школа, 1986.
14. Е.М.Парфенов, Э.М.Камышная, В.П.Усачев Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры - М.: Радио и связь, 1986.
15. Гриднев В. Н., Г.Н.Гриднева Технологии коммутационных структур ЭС : учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 452 с.: ил. (Библиотека «Конструкторско-технологическое проектирование электронных средств»: в 25 кн. Кн. 7).
16. Кабаева А.С., Маркелов В.В. Управление качеством ЭС : учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 500 с.: ил. (Библиотека «Конструкторско-технологическое проектирование электронных средств»: в 25 кн. Кн. 2).

5 Примеры тестовых заданий

№	Тип анкеты	Пример
1	Анкета-таблица	<p>Вопрос анкеты Ответ (X или V)</p> <p>1. Основное направление развития методов литографии, обеспечивающее повышение разрешающей способности - применение свободно распространяющихся в пространстве частиц с меньшей длиной волны</p> <p><input type="checkbox"/> совершенно согласен <input type="checkbox"/> согласен <input type="checkbox"/> не согласен <input type="checkbox"/> совершенно не согласен <input type="checkbox"/> не знаю</p> <p>2. Методы оптической литографии пока ограничены техническими возможностями фокусирования света</p> <p><input type="checkbox"/> совершенно согласен <input type="checkbox"/> согласен <input type="checkbox"/> не согласен <input type="checkbox"/> совершенно не согласен <input type="checkbox"/> не знаю</p>
2	Анкета с контрольным списком (меню) – одним или более вариантом ответа	<p>1. Перспективные направления развития литографии в направлении:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. контактная литография. 2. проекционная литография, 3. рентгенолитография, 4. электроннолучевая литография, 5. ионно-лучевая литография, 6. импринт литография. <p>2. Виды литографии, использующие шаблоны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. контактная литография. 2. проекционная литография, 3. рентгенолитография, 4. электроннолучевая литография, 5. ионно-лучевая литография, <p>3. Классификация сенсоров по области применения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. датчики давления, 2. акустические сенсоры, 3. биологические и медицинские сенсоры, 4. датчики скорости 5. датчики удара

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИУ4
(Индекс)

(В.А.Шахнов)

(И.О.Фамилия)

« » 20 Г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение квалификационной работы бакалавра

Студент _____
(Фамилия, Имя, Отчество)

(Тема квалификационной работы)

Исходные данные _____

Тема квалификационной работы утверждена распоряжением по факультету № _____ от « _____ » _____ 20 ____ г.

1. Схемотехническая часть

Консультант _____
(подпись, дата) (И.О.Фамилия)

2. Конструкторская часть

Консультант _____
(подпись, дата) (И.О.Фамилия)

4. Технологическая часть

Консультант _____
(подпись, дата) (И.О.Фамилия)

4. Экспериментально - исследовательская часть

Консультант _____
(подпись, дата) (И.О.Фамилия)

5. Оформление квалификационной работы

5.1. Расчетно-пояснительная записка на ____ листах формата А4.

5.2. Перечень графического материала (плакаты, схемы, чертежи и т.п.) _____

Дата выдачи задания « ____ » _____ 20__ г.

В соответствии с учебным планом квалификационную работу выполнить в полном объеме в срок до « ____ » _____ 20__ г.

Студент

(подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Руководитель квалификационной работы

(подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Примечания:

1. Задание выдается на 1-2 неделе 8 семестра бакалавриата.
2. Задание оформляется в двух экземплярах; один - выдается студенту, второй - хранится на кафедре.
3. Итоговая оценка выставляется с учетом оценок, полученных на аттестациях.

Приложение А.3 - Календарный план КРБ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

*«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)*

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой	ИУ4
	(Индекс)

(В.А.Шахнов)

(И.О.Фамилия)

« » 20 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения квалификационной работы бакалавра

Студент _____
(Фамилия, Имя, Отчество)

(Тема квалификационной работы)

№ п/п	Наименование этапов квалификационной работы	Выполнение этапов		Отметка об исполнении
		Срок	Объем, %	
	Аттестация №1	10 нед.		
	Аттестация №2	16 нед.		
	Оформление РПЗ и графического материала			
	Защита	18-22		по расписанию

Студент

(подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Руководитель квалификационной работы

(подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

* итоговая оценка выставляется с учетом оценок, полученных на аттестациях

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования



«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана»

(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ

Информатика и системы управления

КАФЕДРА

Проектирование и технология производства ЭА

РАСЧЁТНО - ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к квалификационной работе бакалавра на тему:

Студент

(Подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Руководитель квалификационной работы

(Подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Консультант по схемотехнической части

(Подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Консультант по конструкторской части

(Подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Консультант по технологической части

(Подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Консультант по исследовательской части

(Подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Москва, 20__

Типовое содержание КРБ по профилям подготовки

Предметом КРБ является схемотехническо-конструкторско-технологическая разработка функционально законченных приборов, устройств и систем, использующих элементы и блоки, созданные с использованием методов приборостроения и микроэлектроники, реализованный и представленный на защите в виде функционально законченного, работающего макета (прототипа) устройства с комплектом конструкторско-технологической документации.

Результат проектирования: комплект схемотехническо-конструкторско-технологической документации на разрабатываемое изделие, состоящий из расширенного технического задания, комплекта графического материала и расчетно-пояснительной записки следующего содержания (указанные пункты носят рекомендательный характер):

Список условных обозначений и сокращений

Список терминов

ВВЕДЕНИЕ

1 ОБЩЕТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ <наименование>

1.1 Анализ задания на проектирование <наименование>

1.2 Анализ существующих схемных и конструкторских решений <наименование>

1.2.1 Обзор аналогов <наименование>

1.2.2 Технико-экономическое обоснование целесообразности разработки <наименование>

1.3 Анализ противоречий предметной области и постановка задачи проектирования

Выводы

2 СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ <наименование> (вариативно)

2.1 Разработка электрической функциональной или структурной схемы <наименование>

2.2 Выбор и обоснование элементной базы

2.3 Расчет отдельных фрагментов электрической принципиальной схемы <наименование>

2.4 Анализ принципа работы средства и выдача рекомендаций к разработке конструкции

2.5 Анализ временных диаграмм модуля (блока) <наименование>

Выводы

3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ <наименование> (вариативно)

3.1 Разработка конструкции модуля <наименование>

3.1.1 Предварительная компоновка <наименование>

3.1.2 Выбор и обоснование конструкционных материалов и покрытий

3.1.3 Выбор и обоснование электрических соединений и разъемов

3.1.4 Обеспечение нормального теплового режима

3.1.5 Обеспечение защиты от механических воздействий

3.1.6 Обеспечение электромагнитной совместимости

3.1.7 Окончательная компоновка <наименование>

3.2 Конструкторские расчеты <наименование>

3.2.1 Расчет размерных цепей <наименование>

3.2.2 Расчет теплового режима <наименование>

3.2.3 Расчет электромагнитной совместимости <наименование>

3.2.4 Расчет на механические воздействия <наименование>

3.2.5 Расчет показателей качества <наименование>

3.2.6 Расчет надежности <наименование>

Выводы

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ <наименование> (вариативно)

4.1 Конструкторско-технологический анализ <наименование>

4.1.1 Определение типа производства <наименование>

4.1.2 Анализ технологичности средства с учетом типа производства

4.1.3 Расчет конструкторско-технологических параметров печатного монтажа с проверкой по постоянному и переменному току

4.1.4 Рекомендации к разработке технологического процесса производства <наименование>

4.2 Разработка технологического процесса <наименование>

4.2.1 Анализ типовых технологических процессов

4.2.2 Разработка технологического процесса сборки <наименование>

4.2.3 Технологические расчеты по обоснованию разрабатываемого технологического процесса <наименование>

4.3 Разработка технологической оснастки <наименование>

4.3.1 Анализ существующей технологической оснастки и рекомендации по применению стандартного технологического оснащения <наименование>

4.3.2 Разработка недостающего технологического оснащения <наименование>

4.3.3 Конструкторско-технологический расчет технологического оснащения <наименование>

4.4 Разработка средств контроля (настройки, испытаний) <наименование>

4.4.1 Анализ существующих средств контроля (настройки, испытаний)

4.4.2 Разработка электрической схемы средства контроля (настройки)

4.4.3 Разработка конструкции средства контроля (настройки, испытания)

Выводы

5 ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ (ХАРАКТЕРИСТИК) <наименование> (вариативно)

5.1 Структура и состав экспериментального стенда <наименование>

5.2 Разработка программы испытаний и экспериментальных исследований <наименование>

5.3 Разработка методик испытаний и экспериментальных исследований <наименование>

5.4 Оценка результатов испытаний и экспериментальных исследований <наименование>

Выводы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

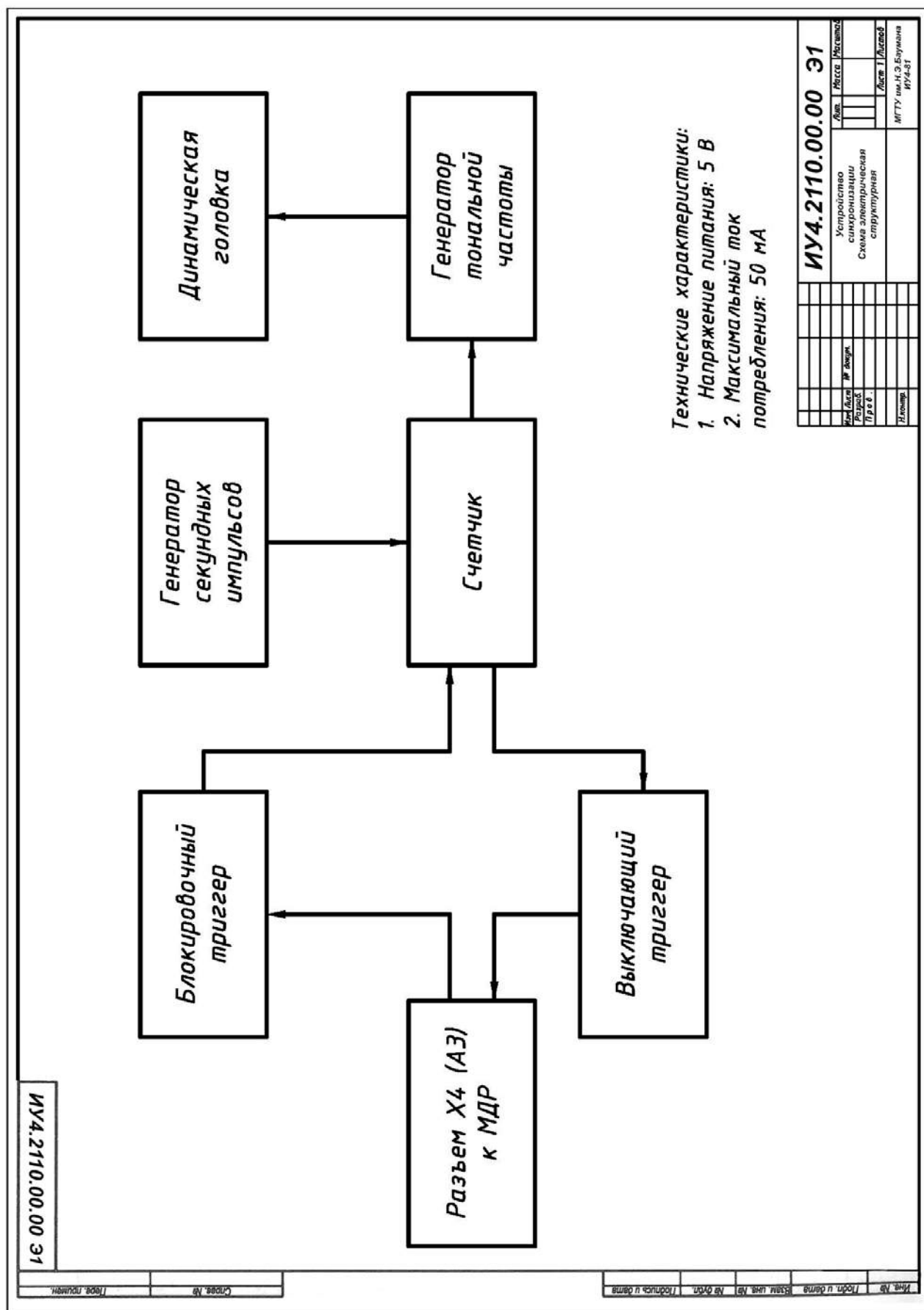
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Структура и содержание КРБ могут изменяться в зависимости от конкретной тематики, требований технического задания, особенностей проектируемого или исследуемого объекта направлению и специфики предприятия и организации, на которых выполняется КРБ.

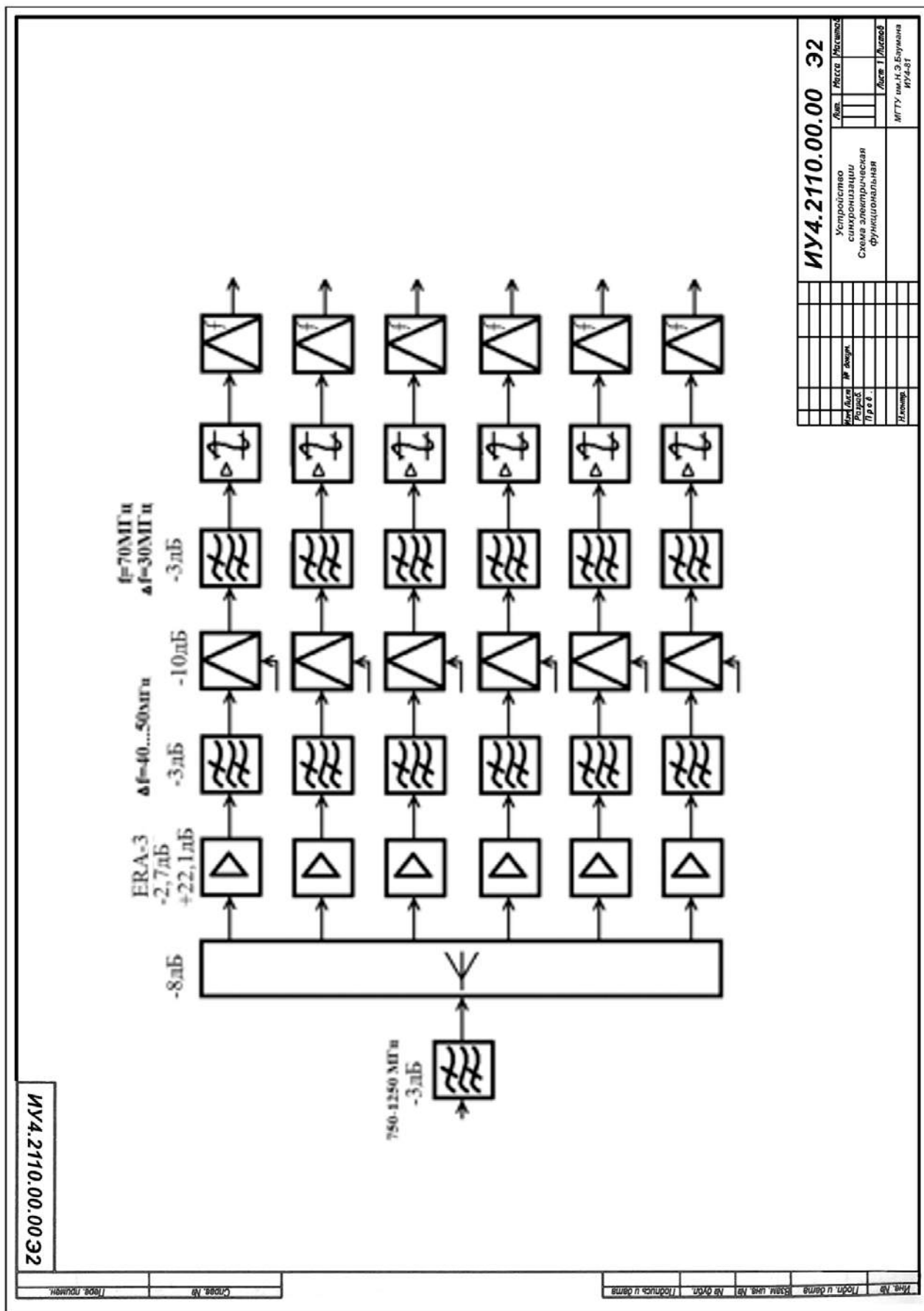
**Пример оформления графического материала квалификационной
работы бакалавра по направлению
“Конструирование и технология электронных средств”**

Образцы конструкторско-технологической документации
по КРБ (всего 5 листов формата А1:

1 – Схемотехническое проектирование и алгоритмизация, 2 - Конструкторское проектирование, 3 – Технологическое проектирование, 4 – Экспериментальные исследования, тестирование и контроль, 5 – 3D моделирование)

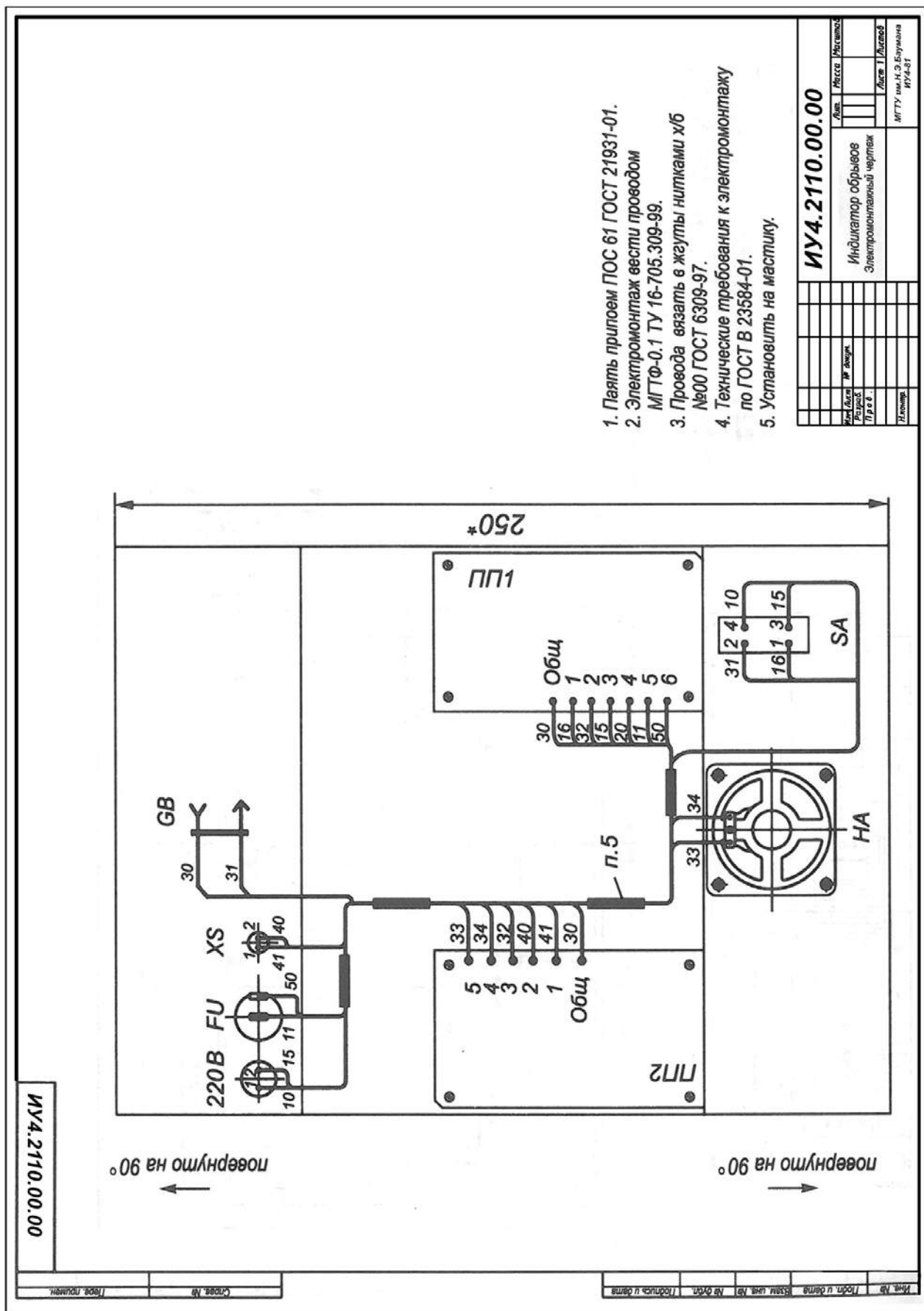


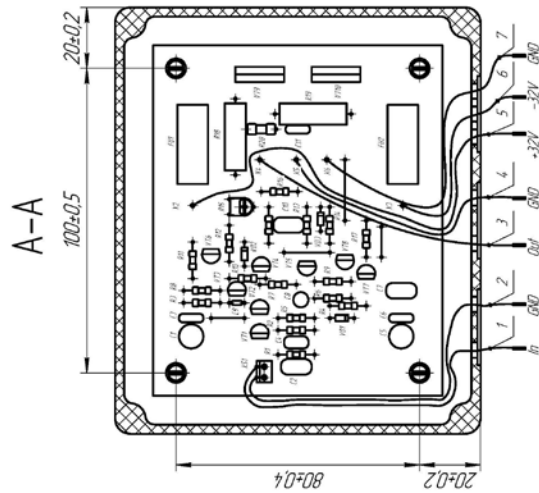
Лист 1.1 – Схема электрическая структурная (Э1)



Лист 1.2 – Схема электрическая функциональная (Э2)

Поз. обозначение		Наименование	Кол.	Примечание
		Диоды		
VD2, VD3		Диод КД522Б-150 мА-100В	2	Допускается замена на диод 1N4148, Fairchild (США)
		ДРЗ.362.029 ТУ		
		Конденсаторы		
		ОЖО.461.104 ТУ		
C1, C5		Конденсатор К50-35-220 мкФ-63В±10%	2	
C8		Конденсатор К50-35-47 мкФ-63В±10%	1	
		ОЖО.461.104 ТУ		
C2		Конденсатор К73-17-0,001 мкФ-100В±10%	1	
C3, C6, C11		Конденсатор К73-17-0,1 мкФ-100В±10%	3	
C4		Конденсатор К73-17-0,47 мкФ-100В±10%	1	
C7, C10		Конденсатор К73-17-0,022 мкФ-100В±10%	2	
C9		Конденсатор К10-17Б-0,068 мкФ-50В±10%	1	
		ОЖО.460.107 ТУ		
		Предохранители		
FU1, FU2		Предохранитель ВПБ 6-9-1,6А-250В-5,2х20	2	
		ОЮО.481.021 ТУ		

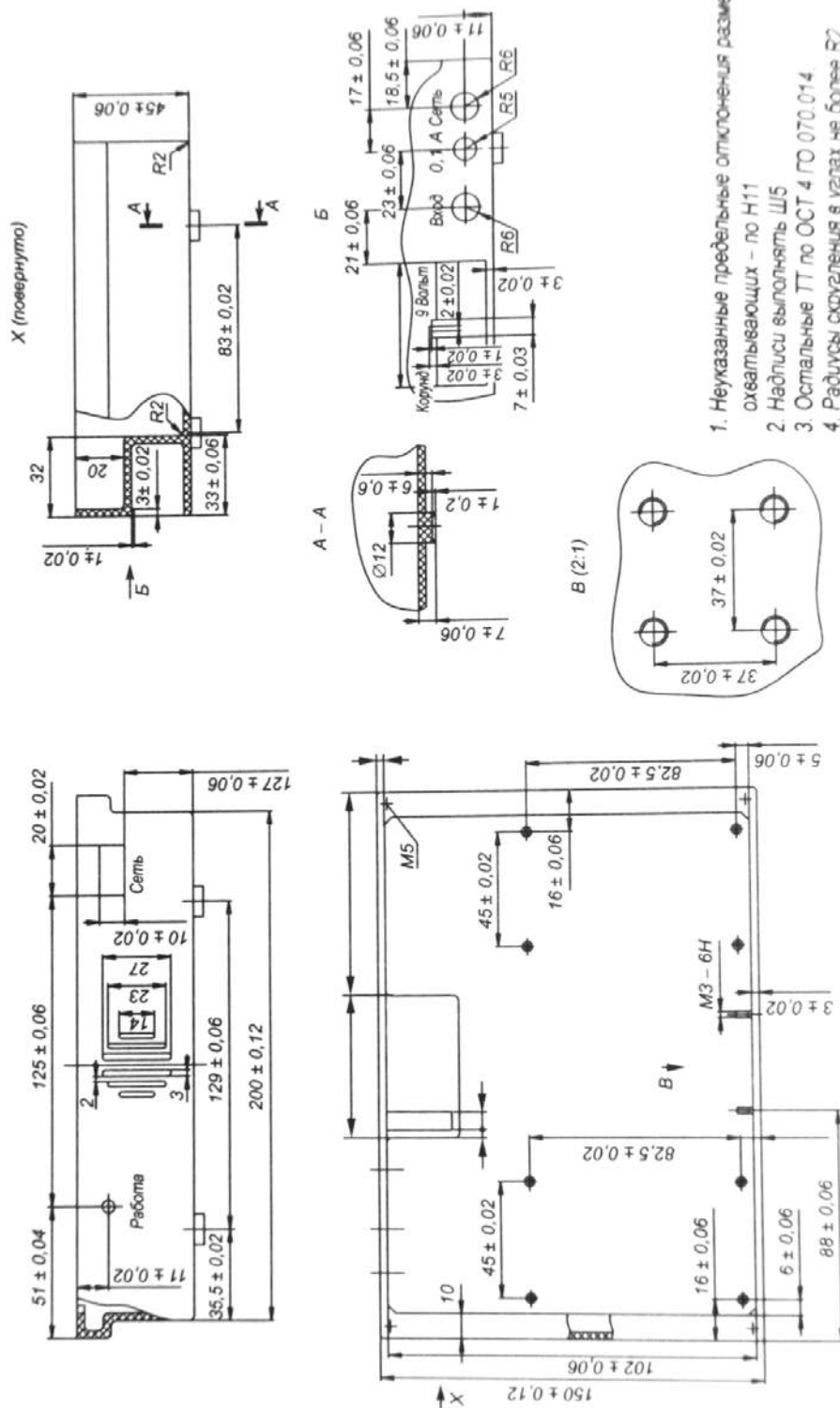




- 1 * размеры для справок
2. Монитор производить в соответствии с таблицей сведений ГОСТ 23597-79
3. Пять, ГОСТ 21931-76
4. Технические требования к монитору по ГОСТ В 21931-76
5. Неукрепленные линейные участки – не более 1 мм

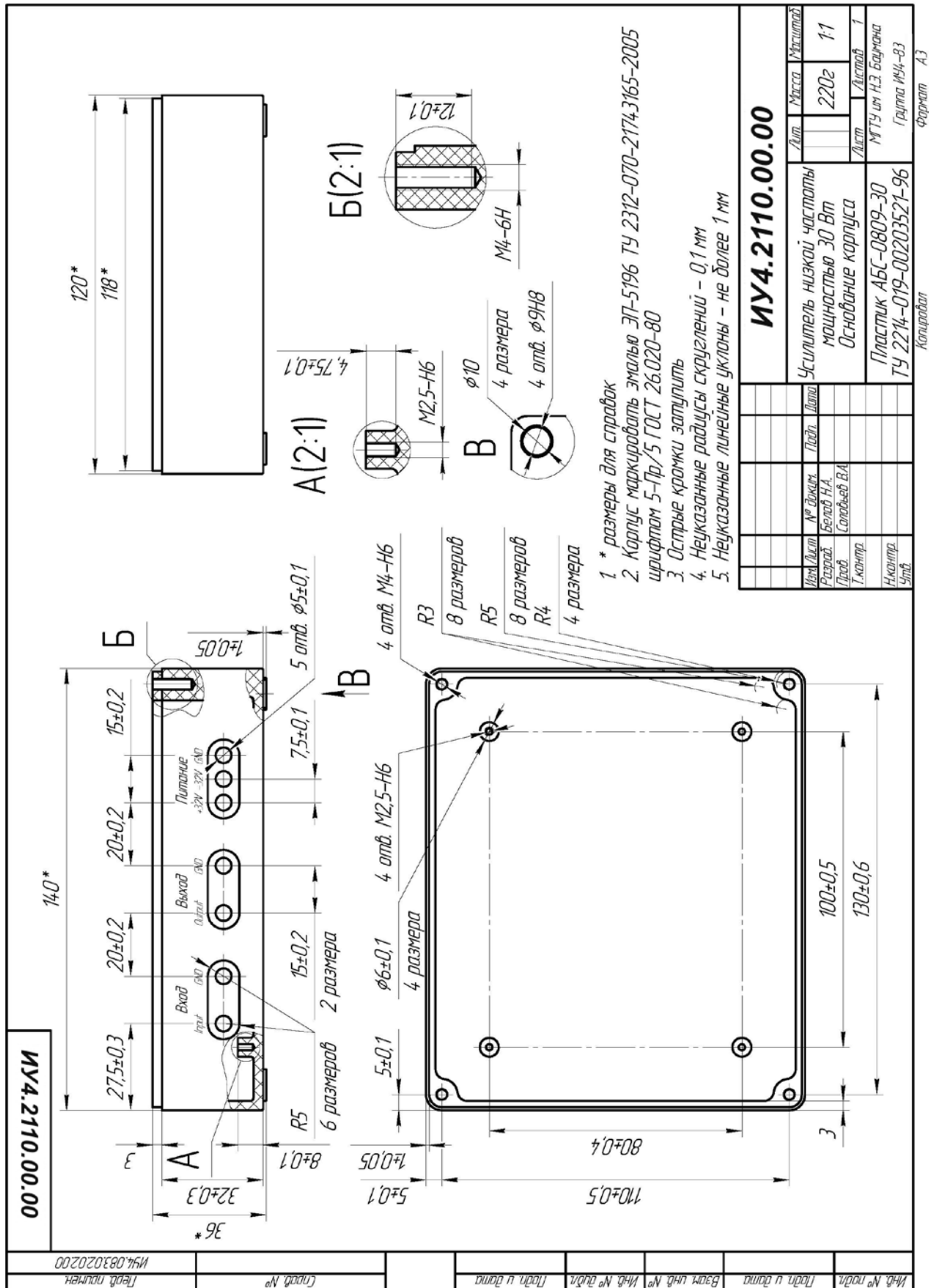
Поз.	Откуда идет	Куда идет	Длина, км	Цвет	Примечание
1	X511	In	1500	зеленый	Правда МГТО 007 1946-505105-71
2	X512	GND	1500	черный	Правда МГТО 007 1946-505105-71
3	X4	Out	2000	красный	Правда МГТО 007 1946-505105-71
4	X5	GND	2000	черный	Правда МГТО 007 1946-505105-71
5	X2	+32V	2000	желтый	Правда МГТО 007 1946-505105-71
6	X3	-32V	1500	синий	Правда МГТО 007 1946-505105-71
7	X6	GND	1500	черный	Правда МГТО 007 1946-505105-71

[illegible]



1. Неуказанные предельные отклонения размеров охватываемых – по H11
2. Надписи выполнять Ш5
3. Остальные ТТ по ГОСТ 4 00 070.014
4. Радиусы скругления в углах не более R2

[illegible]



Формат		Зона	Паз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					<u>Документация</u>		
A2				ИУ4.2110.02.01.00 ЭЗ	Усилитель низкой частоты мощностью 30 Вт Схема электрическая принципиальная		
*/				ИУ4.2110.02.01.00 ПЭЗ	Усилитель низкой частоты мощностью 30 Вт Перечень элементов		A4, A4, A4
A2				ИУ4.2110.02.01.00 СБ	Ячейка усилителя низкой частоты мощностью 30 Вт Сборочный чертеж		
					<u>Детали</u>		
A2				ИУ4.2110.02.01.00	Усилитель низкой частоты мощностью 30 Вт Печатная плата	1	
				ИУ4.2110.02.01.00			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.					Ячейка усилителя низкой частоты		
Проб.					мощностью 30 Вт		
Н.контр.					МГТУ им. Н.Э. Баумана		
Утв.					Группа ИУ4-83		
					Лит.	Лист	Листов
						1	4
					Формат А4		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Прочие изделия</u>		
				<u>Диоды</u>		
		35		Диод КД522Б-150 мА-100В ДРЗ.362.029 ТУ	2	VD2, VD3
				<u>Конденсаторы</u>		
		2		ОЖО.461.104 ТУ Конденсатор К73-17-0,022 мкФ-100В±10%		С7, С10
		3		Конденсатор К73-17-0,1 мкФ-100В±10%		С3, С6, С11
		10		Конденсатор К73-17-0,47 мкФ-100В±10%		С4
		12		Конденсатор К73-17-0,001 мкФ-100В±10%		С2
				ОЖО.461.104 ТУ		
		4		Конденсатор К50-35-220 мкФ-63В±10%		С1, С5
		33		Конденсатор К50-35-47 мкФ-63В±10%		С8
		19		Конденсатор К10-17Б-0,068 мкФ-50В±10%		С9
				ОЖО.460.107 ТУ		
				<u>Предохранители</u>		
		25		Предохранитель ВПБ 6-9-1,6А-250В-5,2х20 ОЮО.481.021 ТУ		FU1, FU2
ИУ4.2110.02.01.00						Лист 2
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата		

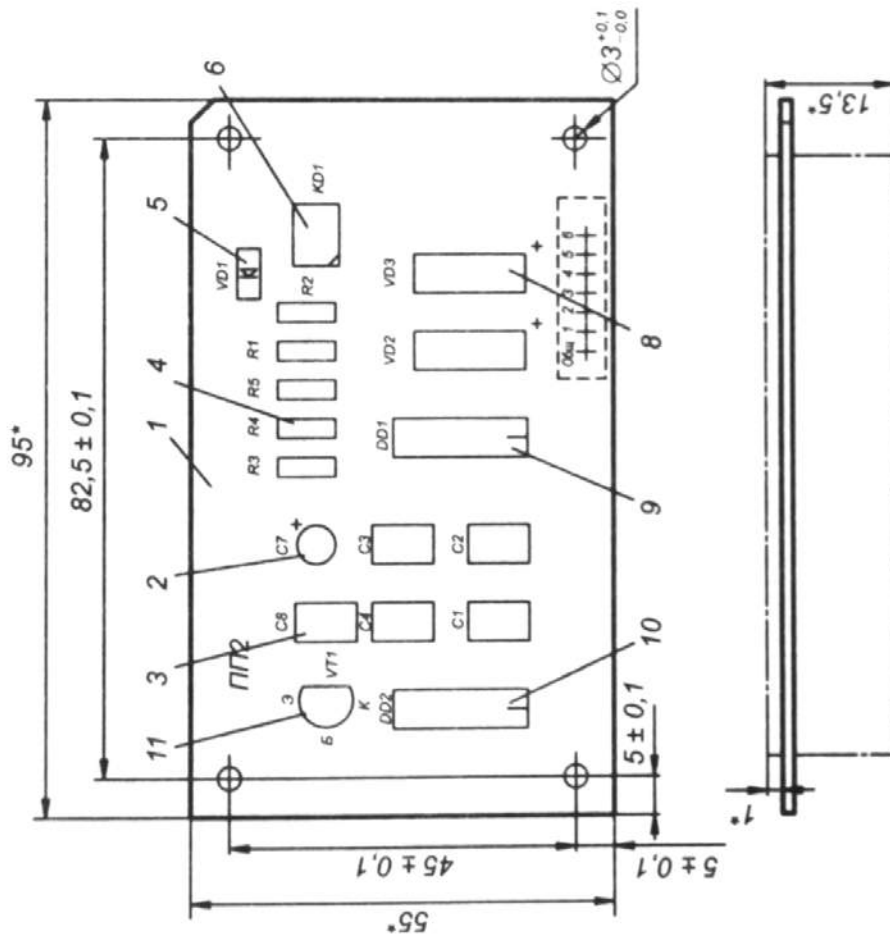
Копировал

Формат А4

Копировал

Формат А4

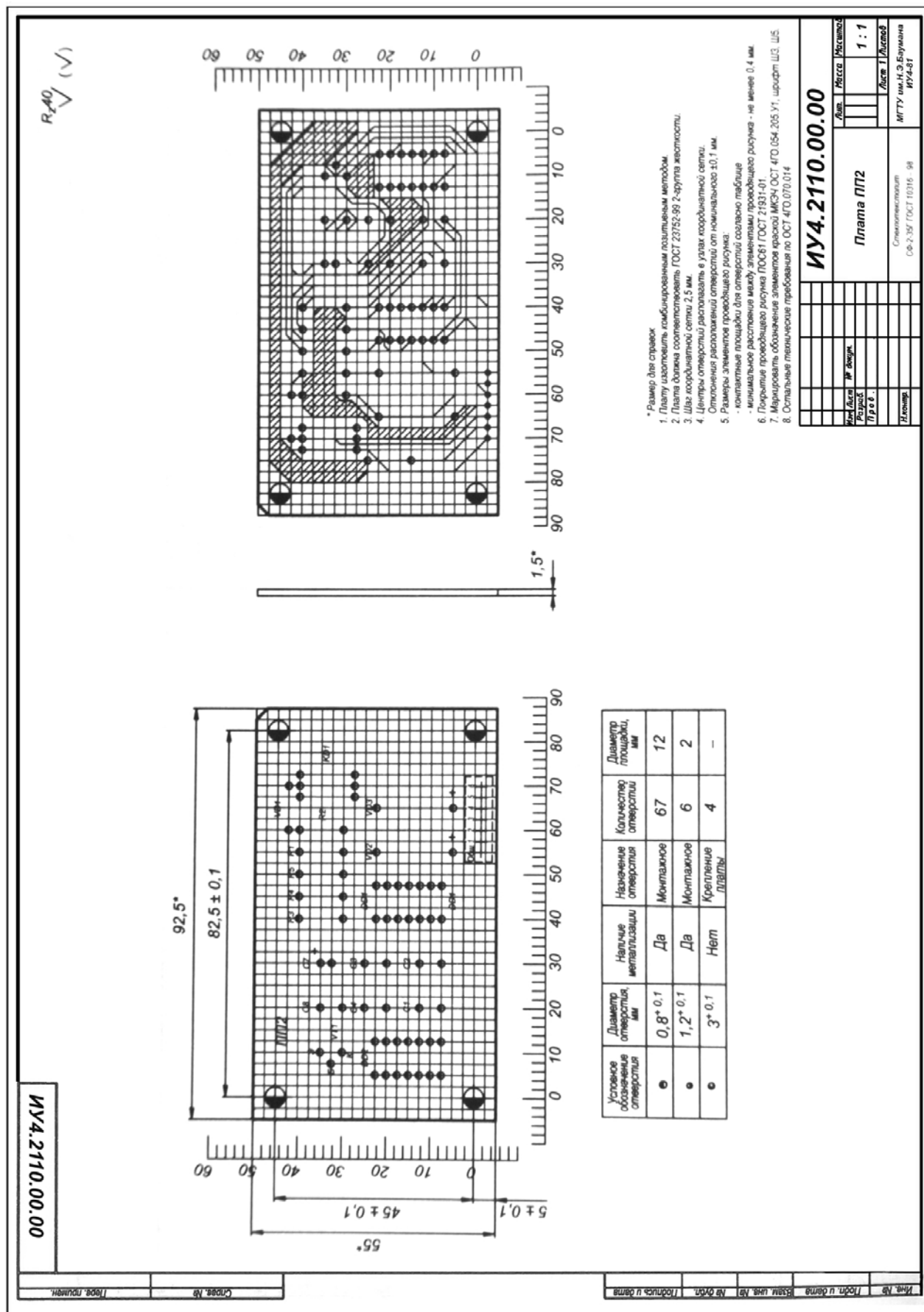
ИУ4.2110.00.00 СБ



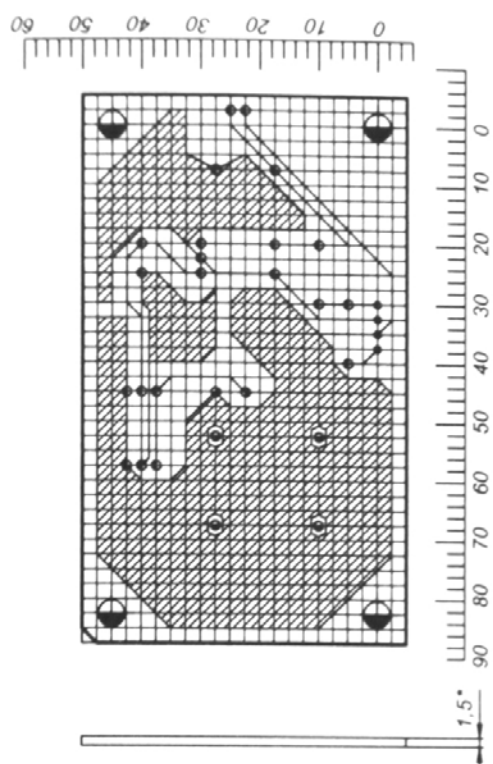
- * Размер для справок
1. Монтаж выполнить согласно схеме электрической принципиальной ИУ4.07.00.00.03, шаг сетки 2,5.
 2. Установку элементов производить по ГОСТ 10.010.030-01. Элементы установить:
R1 ... R6, VD2, VD3 - по варианту IIa;
C1 ... C4, C8 по варианту IIa;
VT1 - по варианту Vb;
DD1, DD2 - по варианту VIIa.
 3. Элементы платы припоем ПОС 61 ГОСТ 21931-01.
 4. После установки деталей плату промыть спирто-бензиновой смесью.
 5. Плату после сборки покрыть лаком УР-231.9 по ТУ 38-105.540-03, кроме зон, очерченных линией - - - - -.
 6. Ключом для закрутки платы является угловой срез.
 7. Маркировка элементов показана условно и соответствует позиционному обозначению.
 8. Технические требования к электромонтажу по ГОСТ В 23584-01.

ИУ4.2110.00.00 СБ			
Лист	Рисунка	Масштаб	
1	1	1 : 1	
Лист	Листов		
ИТУ	ИЗ	Бумага	ИУ-01

Плата ПП2
Сборочный чертеж



Лист 2.3 – Рабочий чертеж печатной платы модуля ЭС (устройства)



Пример для справки

Платье состоит из следующих кутюрных элементов:

Платье длиной до колен, фасон «колода», ГОСТ 23752-89 2-фуртовая юбка.

Полуобъемный воротник, 25 см.

Центры-отверстия располагают в углах координатной сетки.

Отмечают расстояний от середины от южного края 10,1 см.

Размеры элементов, приведенного рисунка

остальные показатели для отечественного изготовления

материала: расстояние между центрами, приведенного рисунка – не менее 0,4 см

Подать приведенного рисунка ГОСТ 21931-01

Оформить, обозначить элемент: кройка МЧН ОСТ 4170 054 205 У1 широтой ШЗ.

Оформить технологическое требование по ОСТ 4170 010 014.

ИУ4-2110.00.00

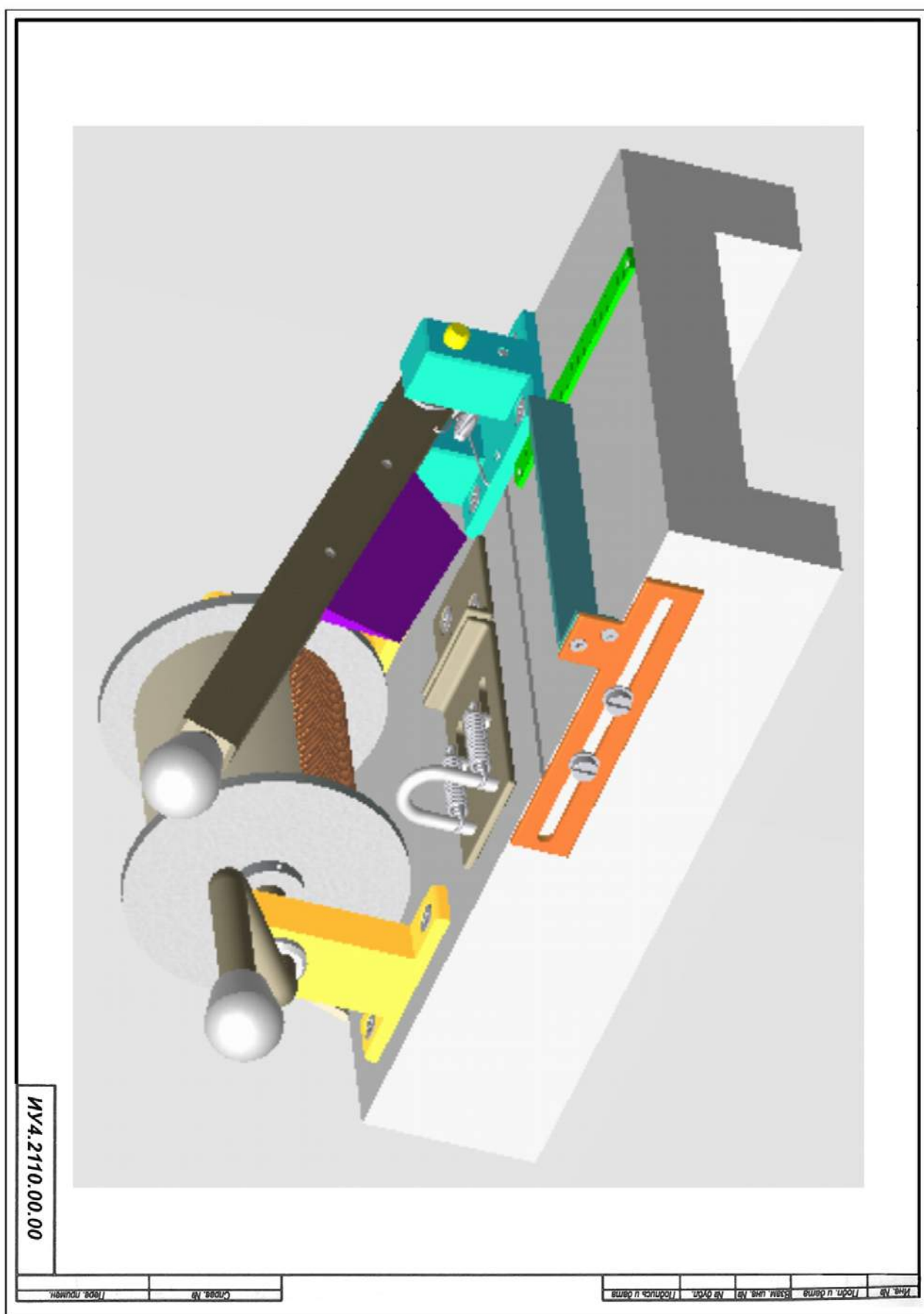
ИУ4.2110.00.00	ИУ4.2110.00.00		1 Подгибка выводов, если они не отформованы 2 Пайка волной 3 Функциональный контроль
----------------	----------------	--	--

Имя, №	Подп. и дата	Взам. инв. №	№ д/оп.	Исполн. и дата	

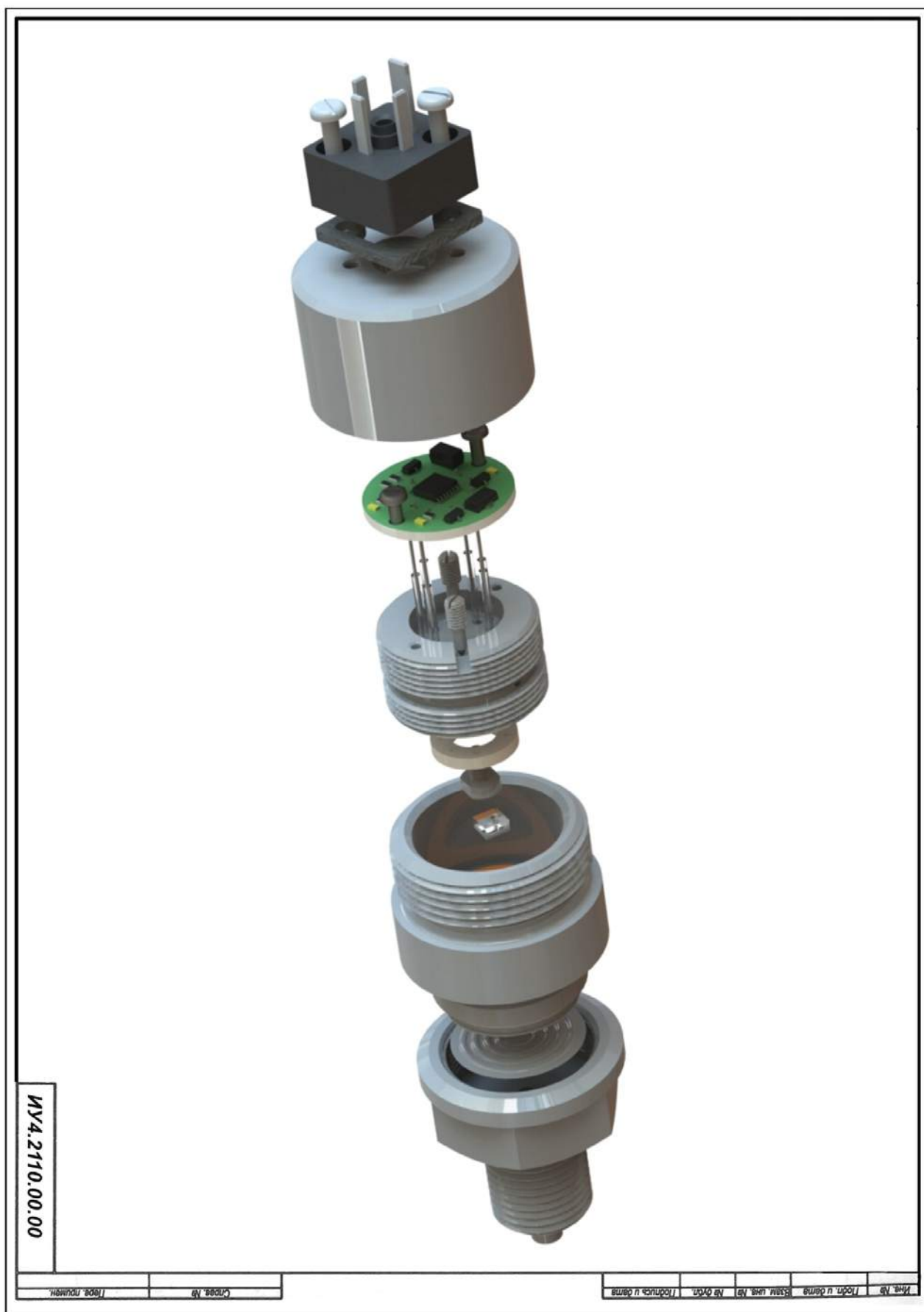
Срок, №	Итого, произв.				

ИУ4.2110.00.00	ИУ4.2110.00.00	ИУ4.2110.00.00	ИУ4.2110.00.00

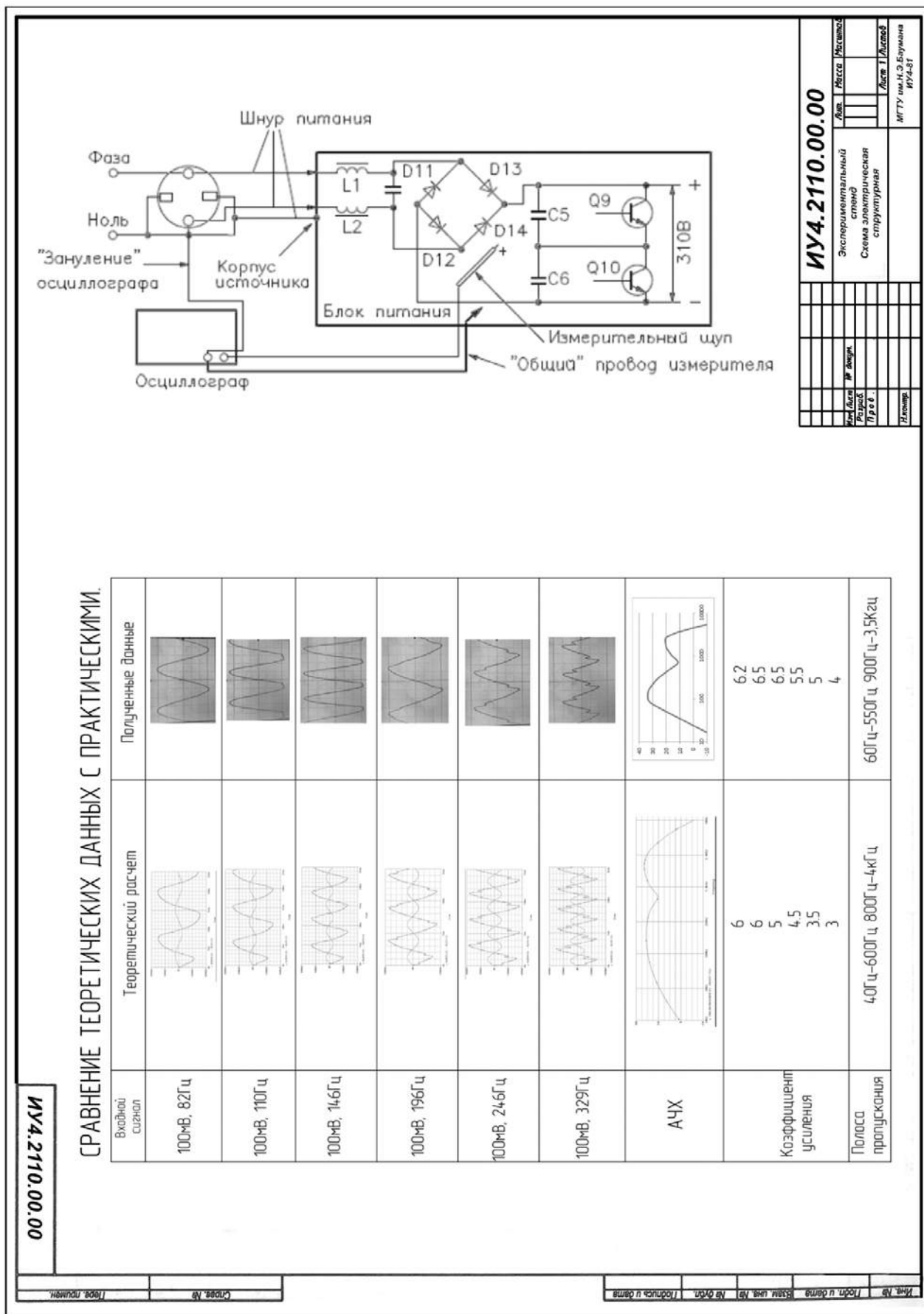
Лист 3.1 – Схема сборки



Лист 3.3 – 3D модель оснастки (плакат, штамп располагается на оборотной стороне листа)
Возможно, представить чертеж общего вида, 3D изометрию и т.п.



Лист 4.1 – Плакат - 3D модель датчика давления



Лист 5.1 – Схема электрическая структурная экспериментального стенда

**МАТЕРИАЛЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ИТОГОВОЙ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ МАГИСТРА**

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального
образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)



УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор —
проректор по учебной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана
_____ Б.В. Падалкин
«___» _____ 2015 г.

Регистрационный номер:

Дисциплина для учебного плана направления: **211000**

Факультета(ов) – **Информатика и системы управления (ИУ)**

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

211000 «Конструирование и технология электронных средств»

Автор(ы): Власов А.И., Макаrchук В.В., Соловьев В.А., Шахнов В.А.

*Кафедра ИУ4, «Проектирование и технология производства
электронной аппаратуры»*

Москва, 2015

Программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования в соответствии с требованиями к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению 211000 «Конструирование и технология электронных средств», квалификация – магистр.

Государственный экзамен является частью итоговой государственной аттестации.

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

2 ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Вступительные испытания призваны установить соответствие уровня знаний поступающего в магистратуру требованиям образовательного стандарта ВО бакалавриата по направлению:

3 ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Вступительные испытания проводятся во время работы приемной комиссии МГТУ им. Н.Э.Баумана.

Испытание представляет собой комплексный экзамен с использованием тестовых технологий, состоящий из письменной и устной формы.

Результаты испытаний оцениваются по столбальной шкале.

Результаты испытаний оглашаются не позднее чем через три рабочих дня.

Письменное испытание

Вопросы письменного испытания призваны оценить уровень компетенций абитуриента в области практического использования, полученных им теоретических знаний.

Поступающий должен ответить письменно на вопросы билета.

На ответы по вопросам билета отводится **три академических часа**.

Устное испытание

Вторая составляющая вступительного испытания проводится в форме устного профессионально – ориентированного собеседования.

Целью собеседования является определение готовности и способности поступающего освоить выбранную абитуриентом магистерскую программу:

4 ПЕРЕЧЕНЬ ДИСЦИПЛИН И ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ПИСЬМЕННОМУ ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ

Письменное испытание проводится по базовым дисциплинам Государственного междисциплинарного экзамена образовательной программы бакалавриата по направлению

Дисциплины, включённые в письменное испытание:

Дисциплина 1. Технология производства электронных средств.

Дисциплина 2. Конструкторское проектирование электронных средств.

Дисциплина 3. Технологические процессы микроэлектроники.

Дисциплина 4. Конструкторско-технологическая информатика.

Перечень разделов дисциплин, включенных в письменное испытание:

ДИСЦИПЛИНА 1.

Технология изготовления печатных плат.

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.

Технология сборки электронных модулей (ЭМ) 1-го уровня.

Виды монтажа: печатный, навесной, проводной на ПП, ленточными кабелями, жгутовой. Виды контактных соединений: пайкой, сваркой, склеиванием, накруткой, механическое соединение. 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. Технология сборки ЭМ на КМП: поставка, кассетирование, нанесение паяльной пасты, установка, пайка. Установка КМП: селективная, механизированная и автоматизированная. Паяльные пасты: состав, свойства, способы нанесения, оплавление. Технология монтажа накруткой. Технология монтажа ленточными кабелями. Технология жгутового монтажа.

Перечень вопросов

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. Основные этапы разработки техпроцессов.
27. Технологичность узлов и деталей.
28. Проектирование технологических операций.
29. Точность технологических операций.
30. Определение технологической себестоимости.

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.
1. Гриднев В. Н., Г.Н.Гриднева Технологии коммутационных структур ЭС : учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 452 с.: ил. (Библиотека «Конструкторско-технологическое проектирование электронных средств»: в 25 кн. Кн. 7).
2. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат. Учебник – М., Форум: ИНФРА-М, 2005, 560 с. (Высшее образование).
3. Технологии в производстве электроники. Часть I. Справочник по производству печатных плат. Под ред. П. Семенова – М.: ООО Группа ИТД, 2007 – 586 с., ил, табл.
4. А.Медведев. Печатные платы. Конструкции и материалы. – М., Техносфера, 2005. – 304 с.

Дополнительная учебная литература

1. Леухин В.Н. Основы конструирования и технологии производства РЭС: Учебное пособие. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2006. – 344 с.
2. Лазутин Ю.Д., Корячко В.П., Сускин В.В. Технология электронных средств: учебник. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 286 с.
3. Печатные платы: Справочник: в 2-х книгах / под ред. К.Ф. Кумбза. – М.: Техносфера, 2011.
4. Кабаева А.С., Маркелов В.В. Управление качеством ЭС : учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 500 с.: ил. (Библиотека «Конструкторско-технологическое проектирование электронных средств»: в 25 кн. Кн. 2).
5. Назаров А.В., Митюшин М.Ф. PCAD-2002. Методика проектирования печатных плат: Уч. пособие к курсовому и дипломному проектированию. – М.: Изд-во МАИ, 2003. – 60 с.
6. Назаров А.В., Дембицкий Н.Л., Кусов П.Г. Автоматизация конструирования печатных узлов: Уч. пособие к курсовому и дипломному проектированию. – М.: Изд-во МАИ, 2004. – 51 с.

ДИСЦИПЛИНА 2.

Конструирование электронных модулей 1 уровня. Ячейки.

Модули 1-го уровня. Требования, предъявляемые автоматизированной сборкой к конструкции монтажного основания, компонентам, конструкции ячейки. Виды монтажных оснований. Материалы монтажных оснований. Защитные покрытия. Гибкие, гибко-жесткие платы. Гибкие кабели. Классификация электрических соединений. Электрические соединения и искажения сигналов. Короткие линии передачи. Математические модели коротких линий. Перекрестные помехи в коротких линиях. Длинные линии передач, модель, параметры линий. Отражения сигналов в длинных линиях, согласование линий. Конструктивные способы уменьшения перекрестных помех. Выбор проводов и кабелей, расчет. Конструкции линий передач: печатные проводники, двух проводная несимметричная линия передачи, витая пара, коаксиальный кабель. Электрические параметры элементов печатного и объемного монтажа. Полосковые и микрополосковые линии передачи. Конструкции цилиндрических жгутов и плоских кабелей. Волоконно-оптические линии передачи. Требования к проводящему рисунку. Классы точности печатных плат. Трассировка проводящего рисунка, методология, ограничения, варианты реализации. Конструирование линий электропитания. Схемы распределения и конструкции линий. Падения напряжения на линиях. Развязывающие конденсаторы. Конструирование заземления. Заземление схемы и корпуса изделия. Разводка шин питания и земли. Виды электрических разъемов, выбор. Разъемы для печатного монтажа, блоков, стоек. Выбор электрических соединений. Провода, кабели, жгуты.

Конструирование электронных модулей 2-3 уровня. Блоки, пульты, стойки. Защита ЭС от перегрева и внешних воздействий. Обеспечение надежной работы ЭС.

Блоки электронной аппаратуры. Компонентные схемы блоков. Варианты крепления ячеек в блоке. Корпуса блоков. Элементы контроля, индикации, управления. Дисплеи. Внутри- и межблочная коммутация. Источники питания. Батарейные, аккумуляторные отсеки. 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. Коэффициенты теплопроводности конструкционных и изоляционных материалов. Тепловые модели деталей. Уравнения теплового баланса. Примеры конструктивных решений. Тепловые трубки. Термоэлектрическое охлаждение. Теплоотвод конвекцией. Воздушное естественное и принудительное охлаждение. Тепловые модели. Вентиляционные отверстия, вентиляторы. Расчет расхода воздуха на охлаждение. Расчет вентиляторов. Выбор способа охлаждения. Защита от воздействий помех. Помехи. Внутренние, внешние, гальванические, помехи рассогласования. Сетевые помехи. Экраны: электрические, магнитные, электромагнитные. Материалы, расчеты экранов. Надежность ЭС. Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов компонентов, электрических соединений. Расчет надежности по случайным отказам. Способы повышения надежности. Резервирование электронной аппаратуры.

Перечень вопросов.

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. ГОСТ, МЭК, IEC.
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. Конструкции литых монтажных оснований. 3D-MID.
16. Методы 3D-корпусирования на уровне компонента и электронного модуля 1 уровня.
17. Гибкие и гибко-жесткие монтажные основания.
18. Последовательность решаемых конструктором задач при конструировании электронного модуля 1 уровня.
19. Конструктивное построение электронной аппаратуры различного назначения. Бортовая аппаратура: самолетная, ракетная, космическая.
20. Конструктивное построение электронной аппаратуры различного назначения. Морская аппаратура: судовая, корабельная, буйковая.
21. Конструктивное построение электронной аппаратуры различного назначения. Наземная аппаратура: стационарная, возимая, носимая.
22. Классификация и выбор электрических соединений. Электрические контакты. Разъемы для печатного монтажа.
23. Сигнальные связи, выполненные одиночными проводниками, витыми парами и коаксиальными кабелями.
24. Выбор проводов и кабелей.
25. Одиночная сигнальная связь. Формы искажений, методы борьбы.
26. Конструирование шин питания и земли. Виды разводок.
27. Разработка электромонтажных чертежей.
28. Защита от механических воздействий.
29. Защита от воздействий влажности.
30. Защита от воздействия пыли.
31. Защита от перегрева и температурных воздействий.
32. Способы охлаждения электронной аппаратуры.
33. Теплоотвод кондукцией.
34. Теплоотвод конвекцией.
35. Теплоотвод излучением.
36. Тепловые трубки.
37. Испарительные системы охлаждения.
38. Термоэлектрические системы охлаждения.

39. Использование радиаторов.
40. Принудительное воздушное охлаждение.
41. Принудительное жидкостное охлаждение.
42. Защита от воздействий помех.
43. Короткие линии связи. Согласование.
44. Длинные линии связи. Согласование.
45. Конструктивные способы уменьшения перекрестных помех в линиях связи.
46. Общее резервирование.
47. Поэлементное резервирование.
48. Скользящее резервирование.
49. Оценка надежности ремонтируемых систем.
50. Конструкторская документация в системе электронного документооборота на предприятии.

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. Костиков В.Г., Костиков Р.В., Шахнов В.А. Электромагнитная совместимость в электронной аппаратуре: учеб. Пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 125 с.
3. Федоров В., Сергеев Н., Кондрашин А. Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств. – М.: Техносфера, 2005. – 504 с.
4. Муромцев Д.Ю., Тюрин И.В., Белоусов О.А. Конструирование узлов и устройств электронных средств: учебное пособие. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. – 540 с.
5. Белоус А.И., Емельянов В.А. Основы технологии микромонтажа интегральных схем. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 316 с.
6. Парфенов Е.М., Камышная Э.Н., Усачев В.П. Проектирование конструкций РЭА. – М.: Радио и связь, 1989.
7. Кофанов Ю.Н. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности радиоэлектронных средств. – М.: Радио и связь, 1991.
8. Чернышев А.А. Основы конструирования и надежности электронных вычислительных средств. – М.: Радио и связь, 1998.

Дополнительная учебная литература.

1. Камышная Э.Н., Маркелов В.В., Соловьев В.А. Конструкторско-технологические расчеты электронной аппаратуры: Учебное пособие. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014.
2. Технологическая дорожная карта IPC по электронике и радиоэлектронике. – М.: Техносфера, 2014. – 664 с.
3. Преснухин Л.Н., Шахнов В.А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем. – М.: Высшая школа, 1986.
4. Шерстнев В.В. Конструирование и микроминиатюризация ЭВА. – М.: Радио и связь, 1984.
5. Дульнев Г.И. Тепломассообмен в радиоэлектронной аппаратуре. – М.: Высшая школа, 1984.
6. Шахнов В.А., Зинченко Л.А., Соловьев В.А., Курносенко А.Е. Основы конструирования в Solid Edge. Пособие по проектированию изделий в приборостроении: Учебное пособие М.: ДМК Пресс, 2014. — 372 с.

ДИСЦИПЛИНА 3.

Формирование пленок из проводящих, резистивных и диэлектрических материалов

Основные свойства полупроводниковых и иных материалов, применяемых в технологических процессах формирования микроэлектронных структур. Классификация подложек интегральных микросхем. Технологический процесс получения пластин полупроводникового кремния. Получение металлического кремния. Очистка металлического кремния. Выращивание слитка по методу Чохральского. Зонная очистка слитка. Резка слитка на пластины. Основы тонкопленочной технологии. Материалы пленок. Термическое вакуумное напыление. Виды испарителей. Способы уменьшения неравномерности толщины пленок. Распыление ионной бомбардировкой. Катодные системы. Ионно-плазменные системы. Магнетронные системы. Толстопленочная технология. Виды паст. Основные операции при толстопленочной технологии. Пленочные резисторы, конденсаторы и индуктивности. Проектирование топологии пленочных элементов. Расчет параметров пленочных элементов. Подгонка параметров пленочных элементов.

Формирование полупроводниковых структур

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. Расчет топологии биполярного транзистора. Расчет топологии МОП транзистора. Литография. Фотолитография. Рентгенолитография. Электронолитография. Ионно-лучевая литография. Технология двойного фотошаблона. Использование фазосдвигающих масок. Использование внеосевого излучения. Литография предельного ультрафиолета. Термическая диффузия. Законы Фика. Условие возникновения р-п перехода. Диффузия из неограниченного источника. Диффузия из ограниченного источника. Диффузенты. Ионная имплантация. Формирование глубоководных р-п переходов. Эпитаксия. Термическое окисление. Химико-механическая планаризация. Диффузионно-планарная структура. Эпитаксиально-планарная структура. Структура с диэлектрической изоляцией. Изопланарная структура. Полипланарная структура. КМОП структура. Структура «Кремний на сапфире». Структура «Кремний на изоляторе». Способы разделения пластин. Резка пластин диском с наружной алмазной кромкой. Алмазное скрайбирование. Лазерное скрайбирование. Электронно-лучевое скрайбирование. Разламывание пластин на кристаллы. Разделение пластин гибридных интегральных схем.

Корпусирование и герметизация интегральных микросхем и микросборок.

Классификация корпусов интегральных микросхем. Советские и импортные корпуса интегральных микросхем. Периферийное и матричное расположение выводов. Корпуса DIP. Корпуса PGA. Корпуса LCC. Корпуса QFP. Корпуса BGA. Монтаж компонентов микроэлектроники приклеиванием, пайкой металлическими припоями и микросваркой. Применяемые материалы и технология монтажа. Электрический монтаж компонентов. Варианты монтажа кристаллов ИМС: с помощью проволочных перемычек, ленточных выводов, объемных матричных выводов. Технология формирования ленточных и объемных выводов. Метод перевернутого кристалла. Монтаж кристаллов непосредственно на плату. Виды герметизации. Корпусная и бескорпусная герметизация. Герметизация методом обволакивания. Метод свободной заливки. Метод заливки в корпуса. Герметизация прессованием. Шовноклеевая герметизация. Герметизация пайкой. Герметизация сваркой – холодной, электроконтактной, аргонодуговой, лазерной. Контроль герметичности интегральных микросхем.

Перечень вопросов.

1. Классификация интегральных микросхем.
2. Подложки полупроводниковых интегральных микросхем.
3. Подложки гибридно-пленочных интегральных микросхем.
4. Технология получения чистого кремния.
5. Структура и топология биполярного транзистора.
6. Структура и топология МОП транзистора.
7. Диоды в интегральном исполнении.
8. Резисторы в интегральном исполнении.
9. Конденсаторы в интегральном исполнении.
10. Пленочные элементы.
11. Фотолитография.
12. Рентгенолитография.
13. Электронолитография.
14. Ионно-лучевая литография.
15. Диффузия из ограниченного источника.
16. Диффузия из неограниченного источника.
17. Ионная имплантация.
18. Эпитаксия.
19. Диффузионно-планарная структура.
20. Эпитаксиально-планарная структура.
21. Структура с диэлектрической изоляцией.
22. Изопланарная структура.
23. Полипланарная структура.
24. КМОП структура.
25. Структура «Кремний-на-сапфире».
26. Структура «Кремний-на-изоляторе».
27. Термическое вакуумное напыление.
28. Виды испарителей.
29. Ионно-лучевое испарение.
30. Катодная система распыления.
31. Ионно-плазменное распыление.
32. Магнетронные системы.
33. Толстопленочная технология.
34. Разделение пластин на кристаллы.
35. Способы монтажа кристаллов на подложке.
36. Многокристальные модули.
37. Герметизация методом обволакивания.
38. Метод свободной заливки во вспомогательные формы.
39. Метод свободной заливки в корпуса.
40. Компрессионное прессование.
41. Литьевое прессование.
42. Герметизация корпусов клеем.
43. Герметизация корпусов пайкой.
44. Герметизация корпусов холодной сваркой.
45. Герметизация корпусов аргонно-дуговой сваркой.
46. Герметизация корпусов лазерной сваркой.
47. Герметизация корпусов шовной контактной сваркой.
48. Методы контроля герметичности.
49. Зондовые методы контроля.
50. Топологический реверс-инжиниринг интегральных структур.

Основная учебная литература.

1. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры. Учебник для вузов., Под общ. ред. В.А.Шахнова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э.Баумана, - 2005. – 568 с.: ил.
2. Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок. Учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во «Лань», - 2008, 400 с.: ил.
3. Парфенов О.Д. Технология микросхем. Учебное пособие для вузов. – М.: «Радио и связь», 1986. – 176 с.: ил.

Дополнительная учебная литература.

1. Мурога С. Системное проектирование сверхбольших интегральных схем: в 2 кн. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1985.
2. К.Пирс, А.Адамс, Дж. Цай, Т.Сейдел, Д.Макгиллис. Технология СБИС. В 2-х кн., Кн.1. Пер. с англ. Под ред. С.Зи. – М.: Изд-во «Мир», 1986. – 404 с.: ил.
3. Г.Я.Гуськов, Г.А.Блинов, А.А.Газаров. Монтаж микроэлектронной аппаратуры. – М.: «Радио и связь», 1986.- 176 с., ил.
4. Варламов П.И., Елсуков К.А., Макаrchук В.В. Технологические процессы в наноинженерии: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 176 с.: ил. (Библиотека «Наноинженерия»: в 17 кн. Кн. 2).
5. Макаrchук В.В., Родионов И.А., Цветков Ю.Б. Методы литографии в наноинженерии: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 176 с.: ил. (Библиотека «Наноинженерия»: в 17 кн. Кн. 9).

ДИСЦИПЛИНА 4. Конструкторско-технологическая информатика

Сущность и постановка задач автоматизированного конструирования электронных средств. Их характеристика. Целевые функции. Ограничения. 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.

Основы построения и эксплуатации конструкторско-технологических баз данных. Формализация объектов предметной области. Файлы данных. Генераторы и последовательности. Методы представления конструкторско-технологических данных в реляционных СУБД. Структура и спецификация пакета. Проектирование модулей инфосистем компьютерного сопровождения жизненного цикла. Проектирование клиентского обеспечения АСУ КТП.

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. Системы функционального проектирования САПР-Ф или CAE (Computer Aided Engineering) системы. Конструкторские САПР-К или CAD (Computer Aided Design) системы. Конструкторские САПР-Т или CAM (Computer Aided Manufacturing) системы. Автоматизированные системы технологической подготовки производства (АСУ ТПП). Основные задачи АСУ ТПП. Структурная и функциональная схема АСУ ТПП. Схема функциональных связей между системами АСПП. Информационное и математическое обеспечение, технические средства АСПП. Автоматизированные системы проектирования технологических процессов (АСУТП). Основные задачи АСУТП. Структурная, информационная и функциональная модель АСУТП.

Перечень вопросов.

1. Основные направления автоматизации конструирования ЭС.
2. Метод функционально-структурного анализа и синтеза.
3. Алгоритмизация процесса конструирования ЭС.
4. Алгоритмизация проектных процедур.
5. Методы и средства формализованного описания модулей ЭС в САПР.
6. Задание электрических принципиальных схем графами, мультиграфами.
7. Геометрическое, аналитическое, матричное представление графов.
8. Методы и средства описания монтажного пространства.
9. Теоретические основы методов автоматизированного решения задачи компоновки ЭС.
10. Теоретические основы методов автоматизированного решения задачи размещения конструктивных модулей в монтажном пространстве.
11. Теоретические основы методов решения задачи трассировки
12. Способы и особенности трассировки проводных соединений.
13. Волновые алгоритмы трассировки.
14. Теоретические основы методов автоматизированного решения задачи трассировки печатных соединений.
15. Алгоритмы трассировки.
16. Особенности трассировки соединений в двусторонних и многослойных печатных платах.
17. Системы автоматизированного конструирования ИС, БИС, СБИС, микросборок, модулей различного уровня конструктивной иерархии.
18. Структура и состав CALS подсистем.
19. Понятие жизненного цикла изделий электронной техники и информационного пространства проектирования ЭС.
20. Конструкторско-технологические базы данных.

Основная учебная литература.

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 446 с.
2. Норенков И.П. Системы автоматизированного проектирования. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – (Информатика в техническом университете).
3. Дендобренько Б.Н., Малика А.С. Автоматизация конструирования РЭА: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1989. – 384 с.
4. Овчинников В.А. Алгоритмизация комбинаторно-оптимизационных задач при проектировании ЭВМ и систем: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 285 с.
5. Курейчик В.М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1990. – 352 с.
6. Власов А.И., Лыткин С.Л., Яковлев В.Л. Краткое практическое руководство по языку PL/SQL - М.: Машиностроение. 2000. 64 с.

Дополнительная учебная литература.

1. Шахнов В.А., Зинченко Л.А., Соловьев В.А., Курносенко А.Е. Основы конструирования в Solid Edge. Пособие по проектированию изделий в приборостроении: Учебное пособие. – М.: ДМК Пресс, 2014. — 372 с.
2. Камышная Э.Н., Маркелов В.В., Соловьев В.А. Формальное представление электрических принципиальных схем для решения задач автоматизированного проектирования электронной аппаратуры: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 46 с.
3. Алексеев В.Г., Нестеров Ю.И., Подгурский В.Г., Усачов В.П. Автоматизированное проектирование конструкций и технологических процессов производства ЭВА и РЭА: Методические указания к практическим занятиям. – М. Изд-во МВТУ им. Н.Э. Баумана, 1985. – 43 с.
4. Сабунин А.Е. Altium Designer: Новые решения в проектировании электронных устройств. – М., Солон-Пресс, 2009 – 439 с.
5. Назаров А.В., Митюшин М.Ф. PCAD-2002. Методика проектирования печатных плат: Учебное пособие к курсовому и дипломному проектированию. – М.: Изд-во МАИ, 2003. – 60 с.
6. Назаров А.В., Дембицкий Н.Л., Кусов П.Г. Автоматизация конструирования печатных узлов: Учебное пособие к курсовому и дипломному проектированию. – М.: Изд-во МАИ, 2004. – 51 с.
7. Кусов П.Г., Назаров А.В. Промышленные средства и системы автоматизированного конструирования РЭС: Методические указания к лабораторным работам. – М.: Изд-во МАИ, 2008. – 43 с.
8. Сервер ORACLE. Основные концепции/ Под ред. А.В.Емельяненко, Н.В. Емельяненко - Протвино, АО РДТех, 1996.
9. ГОСТ Р ИСО 10303-1-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч.1. Общие представления и основополагающие принципы. - Москва: ИПК Издательство стандартов, 2000.
10. ГОСТ Р ИСО 10303-1-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч.21. Методы реализации. Кодирование открытым текстом структуры обмена. - Москва: ИПК Издательство стандартов, 2000.

5 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УСТНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вторая составляющая вступительного испытания проводится в форме устного профессионально – ориентированного собеседования.

Целью собеседования является определение готовности и способности поступающего освоить выбранную магистерскую программу:

Основные задачи собеседования:

- определить уровень научно-технической эрудиции абитуриента;
- оценить его склонность к научно-исследовательской деятельности;
- определить круг научных интересов абитуриента;
- выяснить мотивы поступления в магистратуру на данную магистерскую программу.

В ходе собеседования поступающий должен продемонстрировать:

- знание теоретических основ базовых дисциплин бакалавриата по соответствующему направлению подготовки;
- владение профессиональной лексикой и терминологией;
- уровень культуры мышления;
- умение поставить цель и сформулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций.

6 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ И ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К СОБЕСЕДОВАНИЮ ПО МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЕ

Перечень вопросов.

1. Возможное направление будущей магистерской диссертации.
2. Цели и задачи будущей магистерской диссертации.
3. Научная база будущей магистерской диссертации.
4. Исследования и испытания, планируемые в будущей магистерской диссертации.

Основная учебная литература.

1. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры. Учебник для вузов., Под общ. ред. В.А.Шахнова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э.Баумана, - 2005. – 568 с.: ил.
2. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 446 с.
3. Норенков И.П. Системы автоматизированного проектирования. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – (Информатика в техническом университете).
4. Шахнов В.А., Зинченко Л.А., Соловьев В.А., Курносенко А.Е. Основы конструирования в Solid Edge. Пособие по проектированию изделий в приборостроении: Учебное пособие. – М.: ДМК Пресс, 2014. — 372 с.
5. Т.И.Агеева, А.М.Афонин, А.И.Власов, В.А.Шахнов и др. Информационные технологии в инженерном образовании /под ред. С.В.Коршунова, В.Н.Гузненкова - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2007. - 432с.:ил.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального
образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)



УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор —
проректор по учебной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана
Б.В. Падалкин
«__» _____ 2015 г.

Регистрационный номер:

Дисциплина для учебного плана направления: **211000**

Факультета(ов) – **Информатика и системы управления (ИУ)**

Программа междисциплинарного государственного экзамена

Автор(ы): **Власов А.И., Макарчук В.В., Соловьев В.А., Шахнов В.А.**

*Кафедра ИУ4, «Проектирование и технология производства
электронной аппаратуры»*

Москва, 2015

Программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования в соответствии с требованиями к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению 211000 «Конструирование и технология производства электронных средств», квалификация – магистр.

Государственный экзамен является частью итоговой государственной аттестации.

Каждый билет государственного экзамена содержит два вопроса.

Раздел 1 Общая характеристика дисциплины

1.1. Целью итоговой государственной аттестации является установление уровней теоретической подготовки выпускника МГТУ им. Н.Э. Баумана к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (см. «Положение об итоговой государственной аттестации выпускников МГТУ имени Н.Э. Баумана» от 20.03.2006).

1.2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина входит в раздел М.4 Итоговая государственная аттестация ООП магистратуры. Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана:

- системотехника ЭВС, комплексы и сети;
- системное программирование;
- системы искусственного интеллекта;
- защита интеллектуальной собственности;
- управление проектами.

Раздел 2. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

После освоения дисциплины студент должен приобрести следующие знания, умения и владения соответствующие компетенциям ООП.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОС МГТУ им. Н.Э. Баумана по данному направлению.

Познавательными компетенциями (П):

- способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе, в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте (П-1);
- культурой мышления, способностью выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных их разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных (П-2);
- способностью анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности (П-3);
- владением по крайней мере одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, способностью применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка (П-4);
- владение методами и средствами получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе, в глобальных компьютерных сетях (П-5);

- способность анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями (П-6);

Творческими компетенциями (Т):

- способностью осуществлять анализ сложных проблемных, противоречивых ситуаций, получать новые знания и вырабатывать новые процедуры на основе как логических, так и внелогических методов (Т-1);

- способностью принимать верные (в том числе интуитивные) решения в проблемных ситуациях и условиях неопределенности, предвидеть точки резкой смены парадигмы развития и возможные изменения в функционирования систем (Т-2);

- способностью использовать механизмы и закономерности мыслительной деятельности при решении широкого круга нечётко поставленных научно-исследовательских, проектно-конструкторских, экономических и общественно-политических задач, требующих применения творческого потенциала в условиях неопределенной ситуации (Т-3);

- способностью целевого видоизменения и совершенствования, как логических (формальных), так и внелогических (интуитивных) структурных составляющих мыслительной деятельности для планомерного развития творческого потенциала (Т-4);

- способностью применять методологию научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени, осознавать целостность системы научных знаний об окружающем мире, уметь ориентироваться в ценностях бытия, жизни и культуры (Т-5);

- способностью на научной основе организовывать свой труд, владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению и систематизации информации, уметь формулировать цели и обеспечивать их достижение для личного развития (Т-6);

- использовать научную литературу и другие источники информации, в том числе на иностранных языках, для своего интеллектуального развития, повышения профессионального уровня, осознавать необходимость приобретения передовых знаний и умений, в том числе в смежных областях профессиональной деятельности (Т-7).

Социально-личностными компетенциями (СЛ):

- способностью строить в коллективе конструктивные отношения, эффективно работать в качестве и руководителя творческой группы, в том числе междисциплинарной и международной, с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач (СЛ-1);

- способностью соблюдать общепринятые в социальном межкультурном взаимодействии нормы морали и права, уважать историческое наследие и культурные традиции, толерантно воспринимать социальные и культурные различия (СЛ-2);

- готовностью участвовать в принятии групповых решений, разрешать конфликты ненасильственным, участвовать в поддержании и улучшении демократических институтов (СЛ-3);

- владением культурой безопасности, экологическим сознанием и риск-ориентированным мышлением, основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (СЛ-4);

- способностью формировать и отстаивать свою гражданскую позицию на основе патриотизма, осознания социальной значимости своей будущей профессии, устойчивой мотивации к профессиональной деятельности, ощущения принадлежности к выдающимся научно-педагогическим школам Университета и приверженности к корпоративным ценностям ИМТУ-МВТУ-МГТУ им. Н.Э.Баумана (СЛ-5);

- готовностью к самостоятельной работе, владением методами достижения высокой работоспособности и обеспечения эффективности своих действий, владеть приемами защиты от эмоциональной перегрузки (СЛ-6);

- владением средствами укрепления здоровья, коррекции физического развития посредством физкультуры и спорта, поддержания физического уровня, необходимого для процесса обучения в Университете и для полноценной социальной и профессиональной деятельности после его окончания (СЛ-7).

Выпускник должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями (ОП):

- способностью использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы (ОП-1);
- способностью демонстрировать навыки работы в научном коллективе, порождать новые идеи (креативностью) (ОП-2);
- способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОП-3);
- способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОП-4);
- способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ОП-5);
- готовностью оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ОП-6);

по видам деятельности:

проектно-конструкторская деятельность:

- способностью анализировать научно-технические проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-1);
- готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования, подготавливать технические задания на выполнение проектов электронных средств (ПК-2);
- способностью проектировать модули, блоки, системы и комплексы электронных средств с учетом заданных требований (ПК-3);
- способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию на конструкции электронных средств в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-4);
- проектно-технологическая деятельность:
- способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств (ПТ-1);
- готовностью проектировать технологические процессы производства электронных средств с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства (ПТ-2);
- готовностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые модули, блоки, системы и комплексы электронных средств (ПТ-3);
- способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов (ПТ-4);
- готовностью осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых модулей, блоков, систем и комплексов электронных средств на этапах проектирования и производства (ПТ-5);

научно-исследовательская деятельность:

- способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формировать план реализации исследования, выбирать методы исследования и осуществлять обработку результатов (НИ-1);
- способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая пакеты прикладных программ (НИ-2);
- готовностью использовать современные языки программирования для построения алгоритмов решения сформулированных задач (НИ-3);

- способностью планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты (НИ-4);

- способностью оценивать значимость и перспективы использования результатов исследования, готовить отчеты, обзоры, доклады и публикации по результатам работы, заявки на изобретения, разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов (НИ-5);

организационно-управленческая деятельность:

- способностью организовывать работу коллективов исполнителей (ОУ-1);

- готовностью участвовать в создании и поддержании единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции (ОУ-2);

- готовностью участвовать в проведении технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта (ОУ-3);

- способностью участвовать в подготовке документации для создания и развития системы менеджмента качества предприятия (ОУ-4);

- способностью разрабатывать планы и программы инновационной деятельности в подразделении (ОУ-5);

информационно-аналитическая:

- способностью создавать и эксплуатировать системы информационного сопровождения жизненного цикла изделий электронной техники ИА-1);

- готовностью разрабатывать и применять методы автоматизированного конструкторско-технологического проектирования (ИА-2);

- научно-педагогическая деятельность:

- способностью проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров (НП-1);

- готовностью разрабатывать учебно-методические материалы для студентов по отдельным видам учебных занятий (НП-2).

После освоения дисциплины студент должен подтвердить приобретение знаний, умений и владеть соответствующими компетенциями ООП.

Раздел 3. Перечень вопросов междисциплинарного экзамена

Раздел 1:

1. История развития ЭВС. История персонального компьютера. Концепция "открытой архитектуры".
2. Архитектура x86 процессора. Концепция «открытой архитектуры».
3. Функциональная схема x86 вычислительной системы: процессорная подсистема, подсистема памяти.
4. Функциональная схема x86 вычислительной системы: подсистема прерываний.
5. Функциональная схема x86 вычислительной системы: периферийная подсистема. Контроллер управления шиной, циклы шины.
6. Принципиальная схема РС АТ (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные диаграммы): Процессорное ядро. Структура и назначение регистров.
7. Принципиальная схема РС АТ (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные диаграммы): Подсистема синхронизации.
8. Принципиальная схема РС АТ (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные диаграммы): Контроллер шины, выполнение циклов шины.
9. Принципиальная схема РС АТ (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные диаграммы): Организация подсистемы прерываний.
10. Принципиальная схема РС АТ (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные диаграммы): Формирователи внешней шины адреса и данных. Порты ввода/вывода. Дешифрация устройств системной платы.
11. Принципиальная схема РС АТ (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные диаграммы): Прямой доступ к памяти.
12. Принципиальная схема РС АТ (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные диаграммы): Микросхемы памяти типы, время доступа и логика управления доступом к памяти.
13. Принципиальная схема РС АТ (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные диаграммы): Логика ожидания и конвертирования данных. Интервальный таймер 8254-2. Логика звукового сигнала.
14. Принципиальная схема РС АТ (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные диаграммы): Микросхемы памяти и логика управления доступом к памяти.
15. Принципиальная схема РС АТ (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные диаграммы): CMOS-память и часы реального времени.
16. Принципиальная схема РС АТ (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные диаграммы): Контроллер клавиатуры 8042.
17. Принципиальная схема РС АТ (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные параметры): формирователи внешней шины адреса и данных. Порты ввода\вывода. Дешифрация устройств системной платы. Контроллер шины PCI.
18. Шинная архитектура РС АТ. Эволюция шинной архитектуры Шина данных, шина адреса, шина управления, Временные диаграммы, конструктивная реализация.
19. Шины ISA, EISA, PCI. Сравнительный анализ параметров.
20. Шина PCI. Протокол взаимодействия. Временные диаграммы.
21. Видеоподсистема: Структурная схема VGA адаптера. Интерфейсы видеоадаптеров.
22. Внешние порты ПК и их характеристики.
23. Параллельный порт. Электрические параметры и конфигурирование параллельного порта. Ввод-вывод данных.
24. Последовательные интерфейсы USB и FireWire.
25. Дисковая подсистема: Контроллер НЖМД: Структурная и функциональная схемы. Типы интерфейсов.
26. Дисковая подсистема: интерфейсы дисковых подсистем. Техническое описание НЖМД IDE АТ.

27. Дисковая подсистема: Контроллер CD ROM: структурная схема управления. Контроллер CD ROM: функциональная схема. Интерфейсы.
28. Промышленные архитектуры: Compact PCI, PC 104, VME. Параллельные интерфейсы.
29. Декларация объекта. Архитектура объекта. Типы описания архитектуры.
30. Описание входов и выходов логического проекта. Регистры и сигналы с тремя состояниями.
31. Элементная база вычислительных систем: Классификация сверх больших интегральных схем. Заказные, полузаказные, программируемые, характеристики заказных, полузаказных СБИС.
32. Элементная база вычислительных систем: Конфигурационные ПЗУ. Режимы конфигурирования ПЛИС, интерфейс конфигурирования. Временные диаграммы.
33. Элементная база вычислительных систем. Обзор программируемых СБИС. ПЛИС фирм Xilinx, Altera, Actel.
34. Элементная база вычислительных систем: Классификация ПЛИС фирмы Xilinx. Серии Virtex, Spartan, CoolRunner.
35. Элементная база вычислительных систем: ПЛИС FPGA семейства Spartan. Описание архитектуры, особенности, конфигурирование кристалла в контроллере.
36. Элементная база вычислительных систем: ПЛИС FPGA семейства Virtex. Описание архитектуры, особенности, конфигурирование кристалла в контроллере.
37. Элементная база вычислительных систем: Загружаемые IP-модули.
38. ПЛИС CPLD семейства CoolRunner. Описание архитектуры. Конфигурирование кристалла в контроллере.
39. Методы тестирования ПК. Диагностические программы. Средства локализации неисправностей, ремонт и отладка системных плат.
40. Инициализация и конфигурирование COM-порта. Структура пакета последовательного интерфейса. Микросхемы формирователи сигналов RS232.
41. Структура драйвера Com-порта. Установка скорости обмена через последовательный порт. Структура UART.
42. Топология и принципы организации шины USB. Электрические характеристики шины USB. Структура пакета и режимы передачи данных.
43. Типы и режимы передачи данных по интерфейсу USB. Виды каналов USB.
44. Диагностика USB устройств.
45. Сетевые компоненты: Назначение и функции сетевого адаптера.
46. Методы описания цифровых систем. Базовые библиотеки VHDL.
47. Структура логического проекта выполненного на языке VHDL. Единицы проекта сигналов.
48. Функциональная схема квантовых вычислителей (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные диаграммы), основные подсистемы.
49. Функциональная схема нейрокомпьютеров (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные диаграммы), основные подсистемы.
50. Функциональная схема биокомпьютеров (элементная база, логика работы, основные сигналы и временные диаграммы), основные подсистемы.

Раздел 2:

1. Системный анализ. Перечислите возможные способы изменения системных свойств объекта.
2. Противоречия при решении технических задач и приемы их разрешения. Нормативные системы как источники противоречий.
3. Синектика. В чем заключается применение оператора "превращение незнакомого в знакомое"?
4. Структурный анализ технических объектов, визуальные методы проектирования.
5. Схема функционального анализа (ФА) технических объектов. Эффективность проведения ФА.
6. Законы развития технических систем: структура, значение.
7. Принципы строения и закономерности развития ТС: закон повышения идеальности.
8. Принципы строения и функционирования ТС: принцип соответствия функции и структуры. Привести пример.
9. Принципы строения и функционирования ТС: принцип энергетической проводимости, принцип согласования-рассогласования.
10. Закономерности развития ТС: переход на микроуровень, свертывания-развертывания ТС, взаимосвязанного неравномерного развития, спирального развития.
11. Стратегия У. Диснея.
12. Использование обобщающей абстракции и аналогий для решения технических задач.
13. Поиск ресурсов при решении технических задач - схема. Ресурсы вещества.
14. Права и обязанности патентообладателя.
15. Классификация методов случайного стимула. Прагматичность метода.
16. Базы знаний и базы данных, виды знаний, методы обработки знаний.
17. Экспертные системы, методы принятия решений, общие приемы поиска решений. Инверсия, аналогия.
18. Характеристика изобретательских задач. Критерии изобретения.
19. Законодательное обеспечение защиты интеллектуальной собственности. Объекты защиты и документы, подтверждающие права собственности. Организация, обеспечивающая единую политику в области охраны объектов промышленной собственности.
20. Право преждепользования.
21. Предоставление права на использование объектов промышленной собственности и нарушение патента.
22. Условия патентоспособности изобретения. Объекты изобретения.
23. Приоритет объектов промышленной собственности. Документооборот патентной экспертизы и его связь с приоритетом.
24. Признание авторства объектов промышленной собственности. Право на получение патента.
25. Классификация методов поиска новых технических решений. Виды технических задач. Мини-задача, макси-задача.
26. Предоставление права на использование объектов промышленной собственности и нарушение патента.
27. Действия, не признаваемые нарушением исключительного права патентообладателя.
28. Приоритет объектов промышленной собственности. Документооборот патентной экспертизы и его связь с приоритетом.
29. Физико-технические эффекты как ресурсы технических систем. Пример из техники.
30. Назначение формулы изобретения и требования к ней.
31. Системы классификации изобретений. МКИ. Издания, обеспечивающие возможность патентного поиска.
32. Документальная защита объектов интеллектуальной собственности. Объекты патентования.

33. Закономерности развития ТС: стадийного развития, прогрессивной конструктивной эволюции, динамизация ТС.
34. Системы патентования. Особенности патентования в разных странах.
35. Системы классификации изобретений. МКИ. Патентный поиск и коды ИНИД.
36. Условия патентоспособности изобретения. Признаки объекта изобретения способа.
37. Условия патентоспособности изобретения. Объекты изобретения.
38. Условия патентоспособности изобретения. Объекты изобретения.
39. Приоритет объектов промышленной собственности.
40. Документооборот патентной экспертизы и его связь с приоритетом.

Основная литература

1. Проектирование и технология производства электронной аппаратуры: Учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов и др.; под ред. В.А. Шахнова. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.
2. Венер В.А., Крутяков А.Ю., Серегин В.В., Сидоров В.А., Спесивцев А.В. Аппаратура персональных компьютеров и ее программирование. IBM PC/XT/AT и PS/2. – М.: Радио и связь, 1995. – 224 с.
3. Бабило П.Н. Основы языка VHDL. – М.: Солог-Р, 2000.
4. Бабич Н.П., Жуков И.А.. Компьютерная Схемотехника. Методы построения и проектирования. – М.: МК-Пресс, 2004.
5. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия -СПб: Издательство «Питер», 2002. – 816 с.
6. Грушвицкий Р.И., Мурсаев А.Х., Угрюмов Е.П. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики. СПб.: БХВ-Петербург, 202.608 с.:ил.
7. Зотов В.Ю. Проектирование цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы XILINX в САПР WebPACK ISE.: Горячая линия-Телеком, 2003.624с.:ил.
8. Новиков Ю.В., Калашников О.А., Гуляев С.Э. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBM PC. Под общей редакцией Ю.В. Новикова. Практ. пособие – М.: ЭКОМ., 2002. – 224 с.
9. Руководство по архитектуре IBM PC AT. Под общей редакцией М.Л. Мархасина. Минск, ОО «Консул» 1993 г.
10. Стешенко В.Б. ПЛИС фирмы ALTERA: проектирование устройств обработки сигналов. – М.: ДОДЭКА, 2000. – 128 с.
11. Периферийные устройства ЭВМ. Учебное пособие/Артемов Б.В. – М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова. 2007. – 106 с.: ил.
12. Чеканов А.Н. Расчеты и обеспечение надежности электронной аппаратуры: учебное пособие - М.: Кнорус. – 2012. – 440 с.
13. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э. Баумана. - 2006.- 446 с.
14. Захаржевский С. Б., Курносенко А. Е. Расчет изделий электроники на механические и тепловые воздействия в САПР Cgeo. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана. - 2013. - 56 с.: ил.
15. Шахнов В.А., Зинченко Л.А., Соловьев В.А., Курносенко А.Е. Основы конструирования в Solid Edge. Пособие по проектированию изделий в приборостроении: Учебное пособие. – М.: ДМК Пресс, 2014. — 372 с.
16. Методы микроскопии : учеб. Пособие /А.И.Власов,К.А.Елсуков,Ю.В.Панфилов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.1). - 280 с.:ил.
17. Технологические процессы в наноинженерии : учеб. Пособие /П.И.Варламов, К.А.Елсуков, В.В.Макарчук - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.2). - 176 с.:ил.

18. Многокомпонентное 3D проектирование наносистем : учеб. пособие /А.В.Назаров – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.4). - 392 с.:ил.
19. Проектирование электронной элементной базы наносистем : учеб. пособие /В.В.Макарчук, И.А.Родионов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.5). - 160 с.:ил.
20. Проектирование наносенсоров : учеб. пособие /А.А.Денисов,В.А.Кальнов,В.А.Шахнов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.6). - 128 с.:ил.
21. Проектирование оптической элементной базы наносистем : учеб. пособие /А.А.Денисов, В.А.Кальнов, В.А.Шахнов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.7). - 144 с.:ил.
22. Методы литографии в наноинженерии : учеб. пособие /В.В.Макарчук,И.А.Родионов,Ю.Б.Цветков - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.9). - 176 с.:ил.
23. Электронная микроскопия : учеб. пособие /А.И.Власов, К.А.Елсуков, И.А.Косолапов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.11). - 168 с.:ил.
24. Оптическая микроскопия: учеб. пособие /А.И.Власов, К.А.Елсуков, И.А.Косолапов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.12). - 184 с.:ил.
25. Автоматизированное проектирование наносистем : учеб. пособие /А.И.Власов, Л.А.Зинченко, В.В.Макарчук, И.А.Родионов - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.13). - 184 с.:ил.
26. Основы моделирования микро- и наносистем: учеб. пособие /А.И.Власов, А.В.Назаров - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.14). - 144 с.:ил.
27. Бионаноинженерия : учеб. пособие /А.И.Власов, А.А.Денисов, К.А.Елсуков - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2011. (Библиотека Наноинженерия»: в 17 кн. Кн.15). - 224 с.:ил.
28. Е.М.Парфенов, Костилов В.Г., Шахнов В.А. Источники электропитания электронных средств: схемотехника и конструирование - М.: 2009. 364 с.
29. Ревенков А.В., Резчикова Е.В. Теория и практика решения технических задач: учеб. Пособие. – М.: ФОРУМ, 2009. – 384 с.: ил.
30. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – 2-е изд., дополненное. – Петрозаводск: Скандинавия, 2004. – с.208
31. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учебное пособие. 3-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2007. – 386 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература)
32. Карпухина С.И. Защита интеллектуальной собственности и патентование. Учебник. – М.: Междунар. Отношения, 2004. – 400 с.
33. Уразаев В.Г. ТРИЗ в электронике. Москва: Техносфера, 2006. – 320 с.
34. Основы инженерного творчества в дипломном проектировании и магистерских диссертациях: Учеб. Пособие/Е.А. Чернышев. – М.: Высш. шк.,2008. – 254 с.:ил.
35. Орлов М.А. Основы классической ТРИЗ. Практическое руководство для изобретательного мышления. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 416 с.: илл.
36. Шпаковский Н.А. ТРИЗ. Анализ технической информации и генерация новых идей. Уч. пособие. М.: ФОРУМ, 2010. - 264 с.
37. Шпаковский Н.А., Новицкая Е.Л. ТРИЗ. Практика целевого изобретательства. Уч. пособие. М.: ФОРУМ, 2011. - 336 с.

Дополнительная литература

1. Преснухин Л.Н., Шахнов В.А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем. – М.: Высшая школа, 1986.
2. Шерстнев В.В. Конструирование и микроминиатюризация ЭВА. – М.: Радио и связь, 1984.
3. Е.М.Парфенов, Костиков В.Г., Шахнов В.А. Проектирование источников электропитания электронной аппаратуры. - М.: 2008. 284 с.
4. Березин О.К., Костиков В.Г., Шахнов В.А. Справочник: Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры. - М.: Радио и Связь. - 2000. - 264 с.
5. Т.И.Агеева, А.М.Афонин, А.И.Власов, В.А.Шахнов и др. Информационные технологии в инженерном образовании /под ред. С.В.Коршунова, В.Н.Гузнецкова - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2007. - 432с.:ил.
6. Е.В. Пирогова Проектирование и технология печатных плат. - М.: Форум: Инфра-М. -2005. - 560 с.
7. А.Н.Балухто, Е.В.Бурый, А.И.Власов и др. Нейрокомпьютеры в системах обработки изображений: Кн.7 /под ред. А.И.Галушкина, Ю.В.Гуляева - М.: Радиотехника. - 2003. – 192 с.:ил. (Нейрокомпьютеры и их применение).
8. В.А.Шахнов, А.И.Власов, А.С.Кузнецов, Ю.А.Поляков Нейрокомпьютеры: архитектура и схемотехника. - М.Изд-во Машиностроение. - 2000. - 64 с.
9. Власов А.И., Лыткин С.Г., Яковлев В.Л. Краткое практическое руководство разработчика по языку PL/SQL. - М.: Машиностроение. - 2000. - 64 с.
10. Адамова А.А., Адамов А.П., Ирзаев Г.Х. Методологические основы обеспечения технологичности электронных средств. – С-Пб. Изд-во “Политехника”. - 2008. -312 с.
11. Э.В.Мысловский Промышленные роботы в производстве радиоэлектронной аппаратуры - М.: Радио и связь, 1997.
12. Е.М.Парфенов, Э.М.Камышная, В.П.Усачев Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры - М.: Радио и связь, 1986.
13. Гриднев В. Н., Г.Н.Гриднева Технологии коммутационных структур ЭС : учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 452 с.: ил. (Библиотека «Конструкторско-технологическое проектирование электронных средств»: в 25 кн. Кн. 7).
14. Кабаева А.С., Маркелов В.В. Управление качеством ЭС : учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 500 с.: ил. (Библиотека «Конструкторско-технологическое проектирование электронных средств»: в 25 кн. Кн. 2).

Электронные ресурсы

- «Кластер – хаб ННС» (<http://cluster.iu4.bmstu.ru>);
- «Ресурсный информационный портал» (<http://host.iu4.bmstu.ru>);
- Видеотека по направлению подготовки 211000 – «Конструирование и технология электронных средств» (<http://video.iu4.bmstu.ru>)

Приложение Б.3. Задание на выполнение ДМ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

**«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИУ4

(Индекс)

(В.А.Шахнов)

(И.О.Фамилия)

« » 20__ г.

ЗАДАНИЕ на выполнение магистерской диссертации

Студент _____
(Фамилия, Имя, Отчество)

(тема диссертации магистра)

Источник тематики (НИР кафедры, заказ организаций и т.п.) _____

Тема магистерской диссертации утверждена распоряжением по факультету № _____
от « » _____ 20__ г.

1. Исходные данные

2. Техничко-экономическое обоснование

(функциональные требования; требования к вариантам для сравнения;
конкретные улучшаемые характеристики или параметры; ожидаемый технико-экономический эффект и т.п.)

3. Научно-исследовательская часть

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

4. Оформление магистерской диссертации

4.1. Расчетно-пояснительная записка на листах формата А4.

4.2. Перечень графического материала (плакаты, схемы, чертежи и т.п.) _____

[illegible]

Дата выдачи задания « ____ » _____ 20__ г.

В соответствии с учебным планом диссертацию магистра выполнить в полном объеме
в срок до « » 20 г.

Магистрант

(подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Руководитель диссертации магистра

(подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Примечания:

1. Задание заполняется в 1 семестре обучения в магистратуре
2. Задание оформляется в двух экземплярах; один - выдается студенту, второй - хранится на кафедре.
3. Итоговая оценка выставляется с учетом оценок, полученных на аттестациях.

Приложение Б.4. Календарный план ДМ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

*«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)*

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

(В.А.Шахнов)

(И.О.Фамилия)

« » 20 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН выполнения магистерской диссертации

Магистрант _____
(Фамилия, Имя, Отчество)

(Тема диссертации магистра)

№ п/п	Наименование этапов диссертации	Выполнение этапов		Отметка об исполнении
		Срок	Объем, %	
	Аттестация №1	1 сем		
	Аттестация №2	2 сем		
	Аттестация №3	3 сем		
	Аттестация №4	4 сем		
	Предзащита и защита			18-22 недели 4 сем.

Магистрант

(подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Руководитель диссертации магистра

(подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

* итоговая оценка выставляется с учетом оценок, полученных на аттестациях

Приложение Б.5. Титульный лист автореферата ДМ

Московский Государственный Технический Университет

им. Н.Э. Баумана

На правах рукописи

Фамилия Имя Отчество

УДК: XXX.XXX

НАЗВАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

А в т о р е ф е р а т

диссертации магистра

по направлению

211000 “Конструирование и технология электронных средств”

Москва – 20__

Приложение Б.6. Обратная сторона титульного листа автореферата ДМ

Работа выполнена в Московском Государственном Техническом Университете
им. Н.Э. Баумана.

Научный руководитель: уч. степень, звание Фамилия И.О.

Научные консультанты: уч. степень, звание Фамилия И.О.

Ведущее предприятие: Название организации (город).

(предприятие, где работает рецензент по диссертации)

Защита квалификационной работы магистра состоится «___»_____ 20__ года на заседании Государственной аттестационной комиссии по направлению 211000 “Конструирование и технология электронных средств” в Московском Государственном Техническом Университете им. Н.Э. Баумана (ауд. _____).

Ваши отзывы в двух экземплярах просьба высылать по адресу: 105005, г. Москва, 2-ая Бауманская ул., д.5, кафедра _____.

Автореферат разослан «___» _____ 20__ г.

Ученый секретарь Государственной аттестационной комиссии по направлению 211000 “Конструирование и технология электронных средств”

уч. степень, звание Фамилия И.О.

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования



**«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана»**

(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ

Информатика и системы управления

КАФЕДРА

Проектирование и технология производства ЭА

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему:

Магистрант

(Подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Руководитель магистерской диссертации

(Подпись, дата)

(И.О.Фамилия)

Москва, 20__

Типовое содержание ДМ

Список условных обозначений и сокращений

Список терминов

ВВЕДЕНИЕ**1 Исследование предметной области <наименование>**

1.1 Постановка задачи, актуальность, области применения <наименование>

1.2 Обзор литературных источников, результаты патентных исследований <наименование>

1.3 Классификация и систематизация знаний по данной предметной области <наименование>

1.4 Выявленные проблем предметной области и пути их решения

Выводы

2 Математические методы и модели <наименование>

2.1 Анализ методов <наименование>

2.2 Анализ моделей <наименование>

2.3 Разработка алгоритмов <наименование>

2.4 Оценка результатов математического моделирования <наименование>

Выводы

3 Разработка элементов, узлов и обеспечений проектируемой системы

3.1 Лингвистическое обеспечение <наименование>

3.2 Алгоритмическое обеспечение <наименование>

3.3 Информационное обеспечение <наименование>

3.4 Программное обеспечение <наименование>

3.4.1 Исследование и обоснование выбора общесистемного ПО

3.4.2 Лингвистическое обеспечение (обоснование выбора среды и средств разработки)

3.4.3 Разработка прикладного ПО <наименование>

3.5 Аппаратное обеспечение <наименование>

3.6 Методическое обеспечение <наименование>

3.7 Юридическое обеспечение <наименование>

Выводы

4 Экспериментальные исследования <наименование>

4.1 Структура и состав экспериментального стенда <наименование>

4.2 Программа и методика испытаний <наименование>

4.3 Проведение экспериментальных исследований <наименование>

4.4 Разработка методик тестирования <наименование>

4.5 Оценка результатов тестирования <наименование>

Выводы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Пример оформления графического материала диссертации магистра по направлению
“Конструирование и технология электронных средств” в виде презентации

Применение проекционной литографии i-line диапазона при производстве КМОП СБИС с проектными нормами 0,25 и 0,18 мкм

Магистрант: ФИО.

Группа:

Научные руководители : степень ФИО
степень ФИО



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Цели работы:

- Исследование и развитие методов повышения разрешающей способности процесса проекционной i-line литографии.
- Разработка технологии получения резистивной маски для формирования поликремниевых затворов КМОП СБИС с размерами 0,25 мкм и менее с применением проекционной i-line ($\lambda = 365$ нм) литографии.



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Ограничения проекционной оптики

Критерий Релея:

$$K_1 = 0.6$$

$$R_{\min} = 360 \text{ нм} !!!$$

$$R_{\min} = \lambda \cdot K_1 / NA$$

$$R_{\min} = 365 \cdot K_1 / 0.6 \approx 608 \cdot K_1 \text{ нм}$$

Глубина фокуса – важнейшая характеристика процесса проекционной литографии:

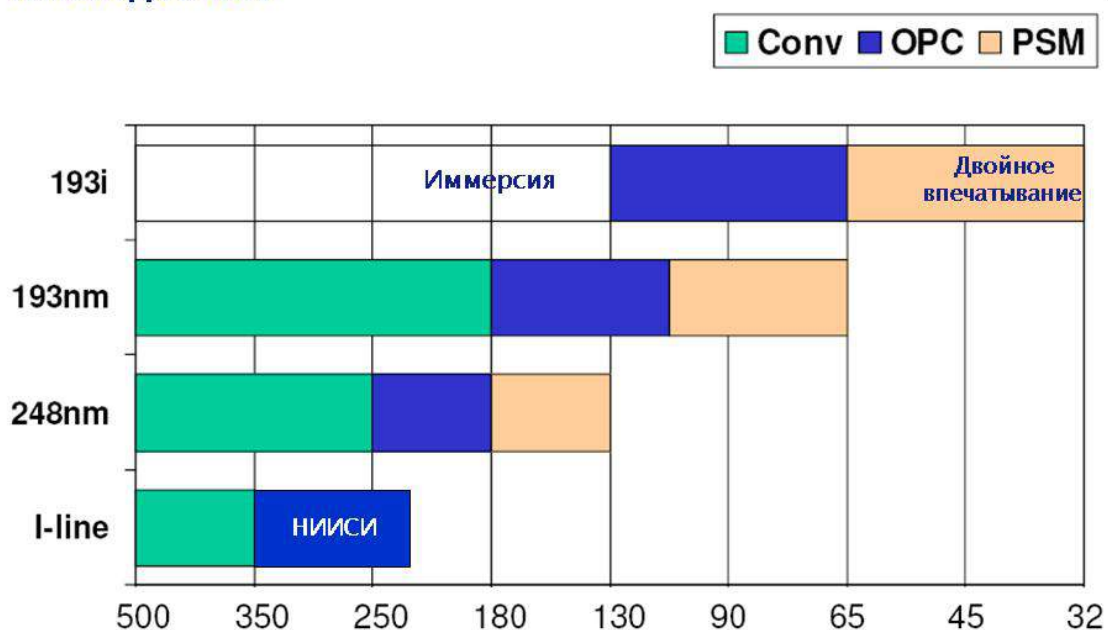
$$DOF = \pm \lambda \cdot K_2 / 2 \cdot (NA)^2 \approx 506 \cdot K_2 \text{ нм}$$



<Июнь 2008>
<ФИО>

МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Развитие литографического оборудования и методов RET



<Июнь 2008>
<ФИО>

МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Задачи TCAD

ProLith v10.2

- Изучить физику происходящих процессов.
- Оптимизировать работу технологического оборудования.
- Снизить производственные затраты.
- Повысить % выхода годных.



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Решаемые задачи:

- Разработка модели технологического процесса проекционной i-line литографии с использованием степпера PAS5500/250C для применяемых в НИИСИ РАН материалов.
- Оптимизация технологического процесса проекционной i-line литографии с использованием разработанной модели. Проведение модельных исследований оптического эффекта близости и методов его коррекции.
- Экспериментальное исследование резистивной маски поликремниевых затворов КМОП СБИС с размерами элементов 0,25 мкм и менее.



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

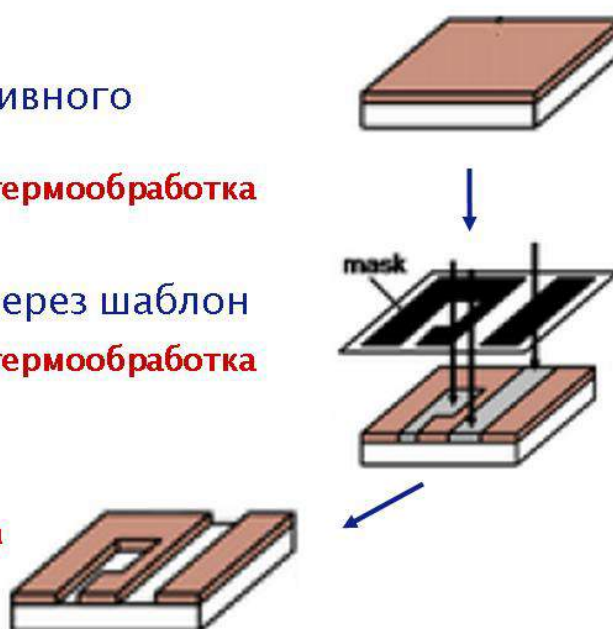
Разработка модели технологического процесса литографии



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Технологический процесс литографии

- Нанесение резистивного покрытия
+термообработка
- Экспонирование через шаблон
+термообработка
- Проявление
+термообработка



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Решаемые задачи:

- Определение параметров проявления резиста Ultra-i123-035 фирмы Rohm&Haas (США).
- Определение параметров экспонирования резиста Ultra-i123-035.
- Экспериментальное исследование распределения температурного поля кремниевой пластины и динамики термических процессов, выполняемых в блоке операций литографии.



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Определение параметров проявления резиста Ultra-i123-035

Модель Криса Мака

«Notch» модель

3 способа
проявления!!!

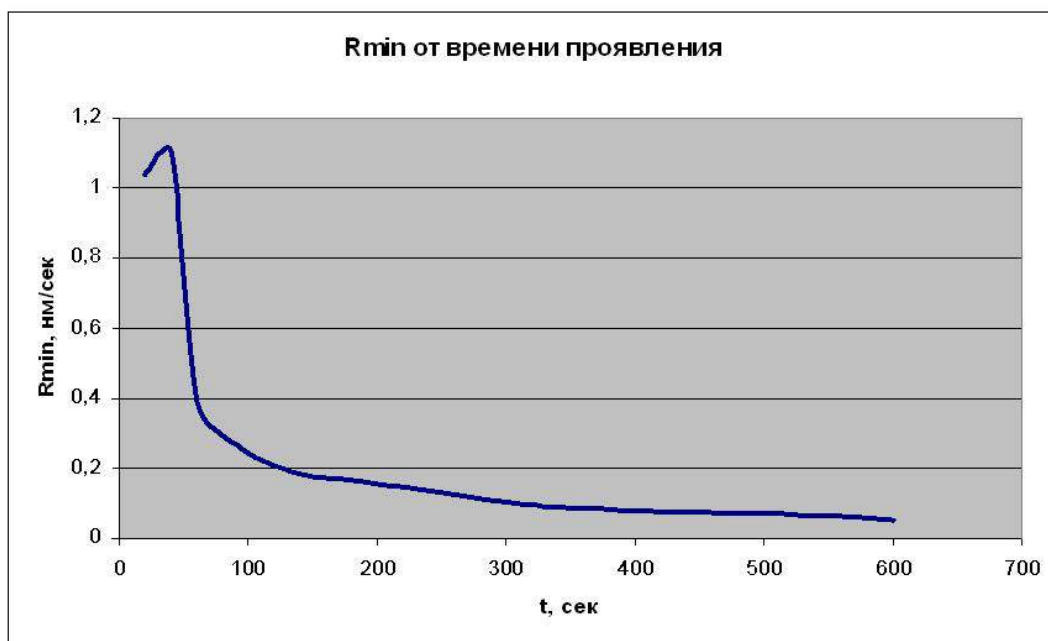
$$R = R_{\max} \cdot \frac{(a+1) \cdot (1-m)^n}{a + (1-m)^n} + R_{\min}$$

$$a = \frac{(n+1)}{(n-1)} \cdot (1-m_{th})^n$$



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Определение параметров проявления резиста Ultra-i123-035



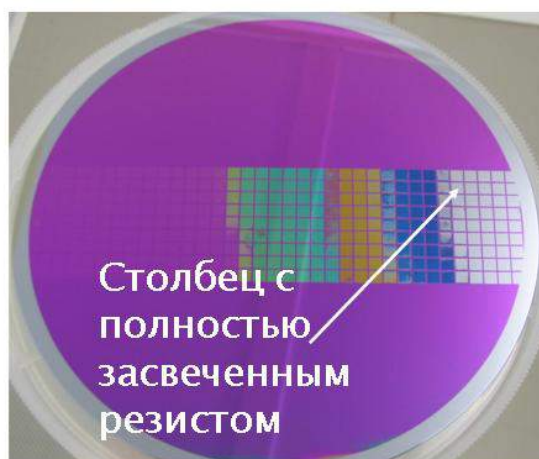
МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Определение параметров экспонирования резиста Ultra-i123-035

Модель Дилла для описания процесса экспонирования:

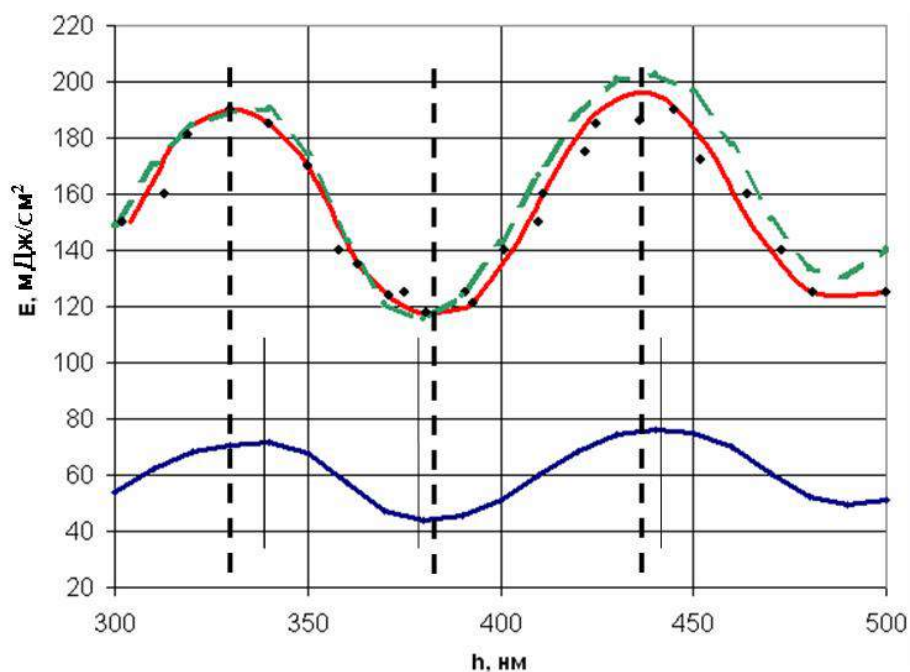
$$\alpha = Am + B,$$

$$m = m_0 \cdot \exp(C \cdot E)$$



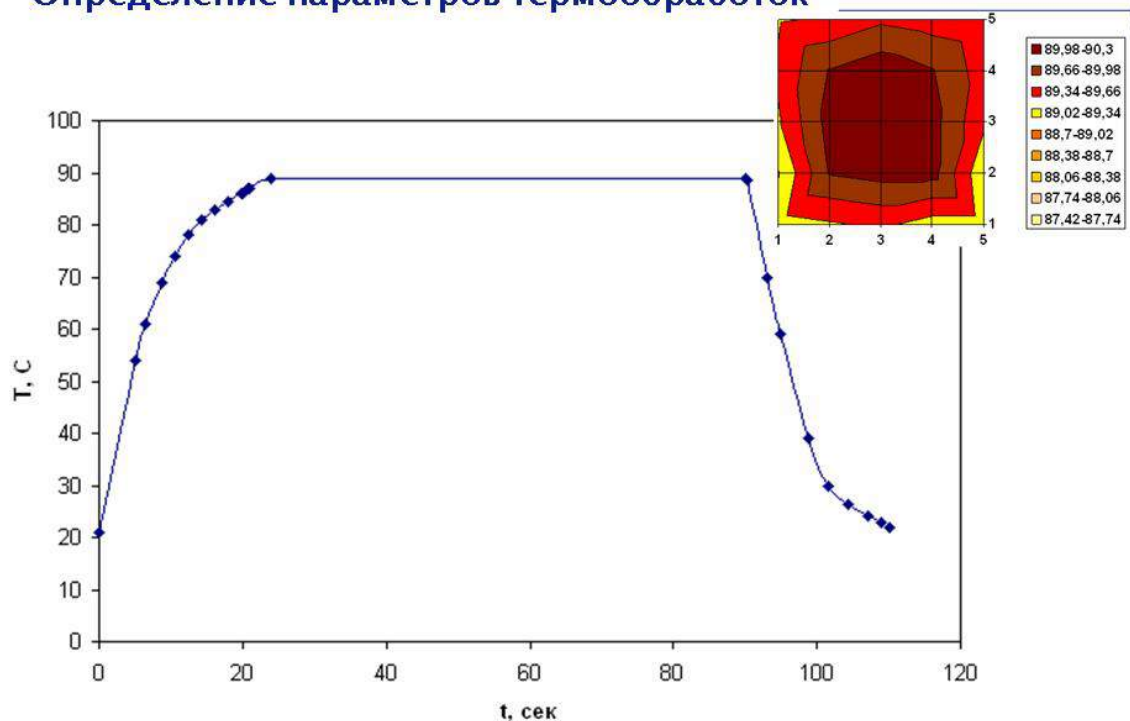
МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Определение параметров экспонирования резиста Ultra-i123-035



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Определение параметров термообработки



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Модельное исследование технологического процесса литографии



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

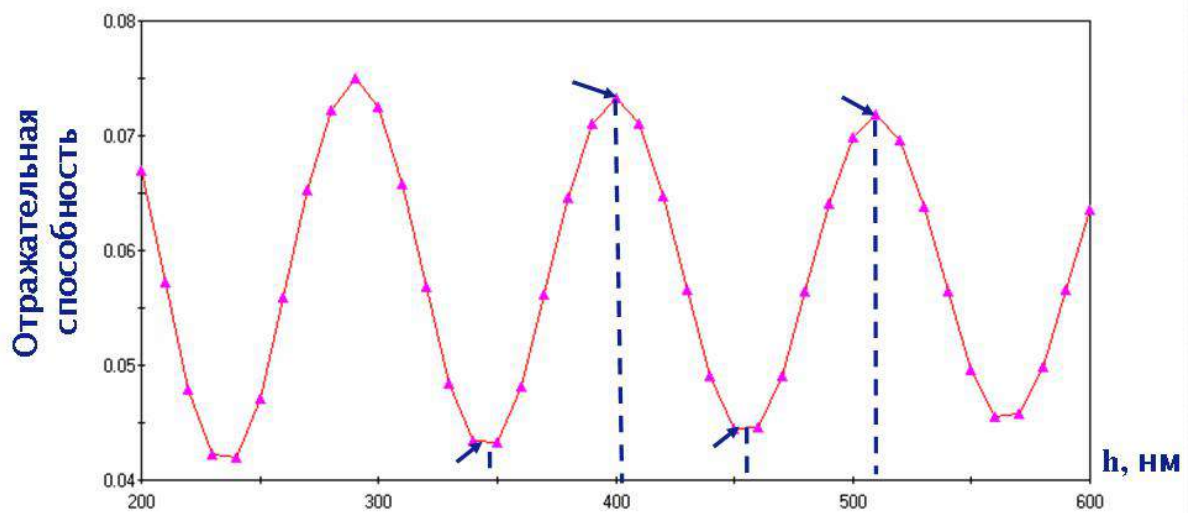
Решаемые задачи:

- Оптимизация параметров многослойного резистивного покрытия (стека).
- Оптимизация параметров оптической системы степпера PAS5500/250C.
- Проведение модельных исследований оптического эффекта близости и методов его коррекции.



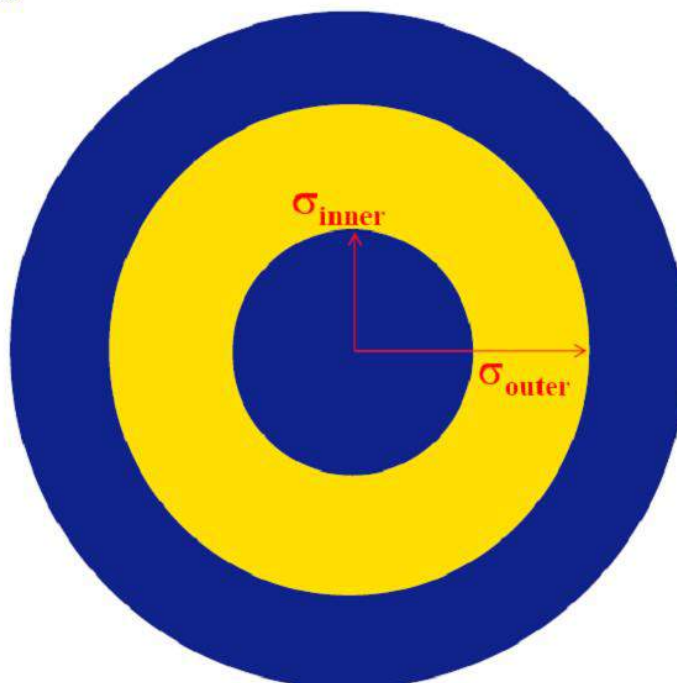
МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Оптимизация параметров стека



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

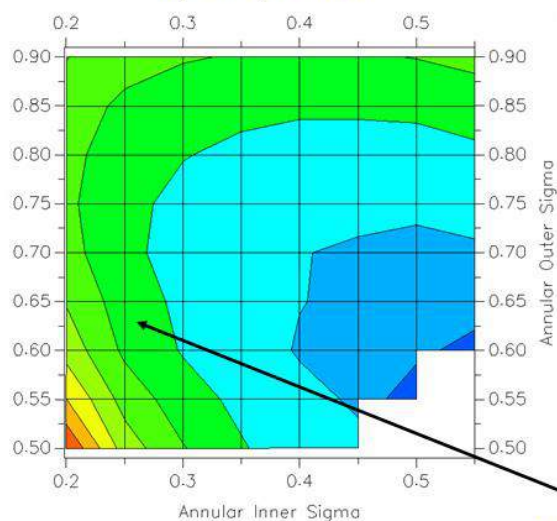
Исследование параметров внеосевого освещения



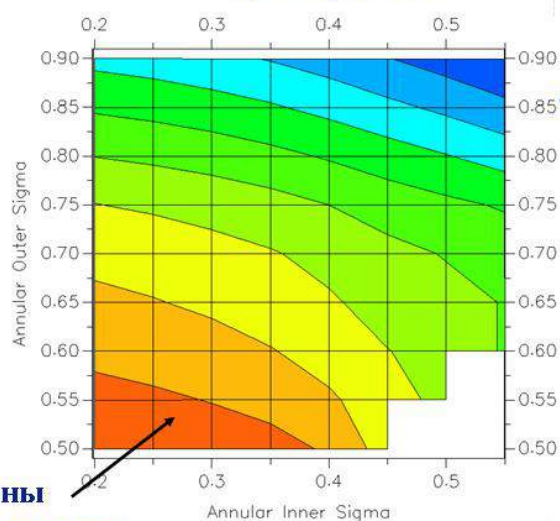
МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Исследование параметров внеосевого освещения

Плотно упакованные структуры
0,24 / 0,48 мкм



Одиночные структуры
0,24 / 2,16 мкм



Зоны

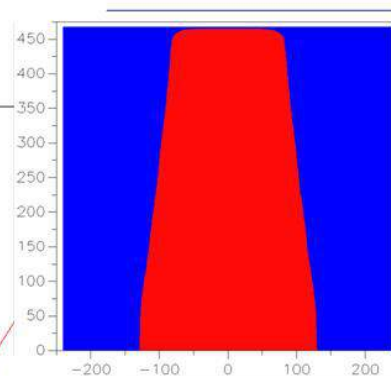
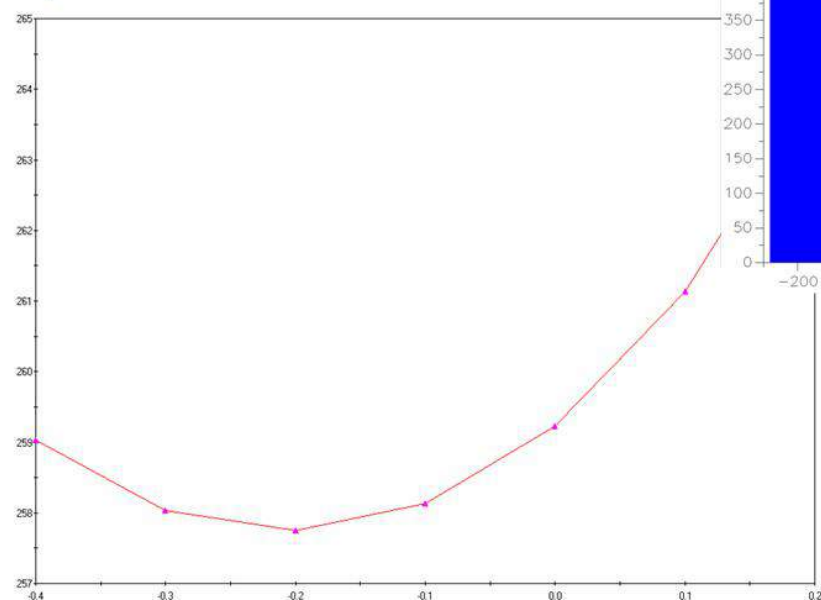
оптимальности



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Результаты оптимизации

CD_{резист}

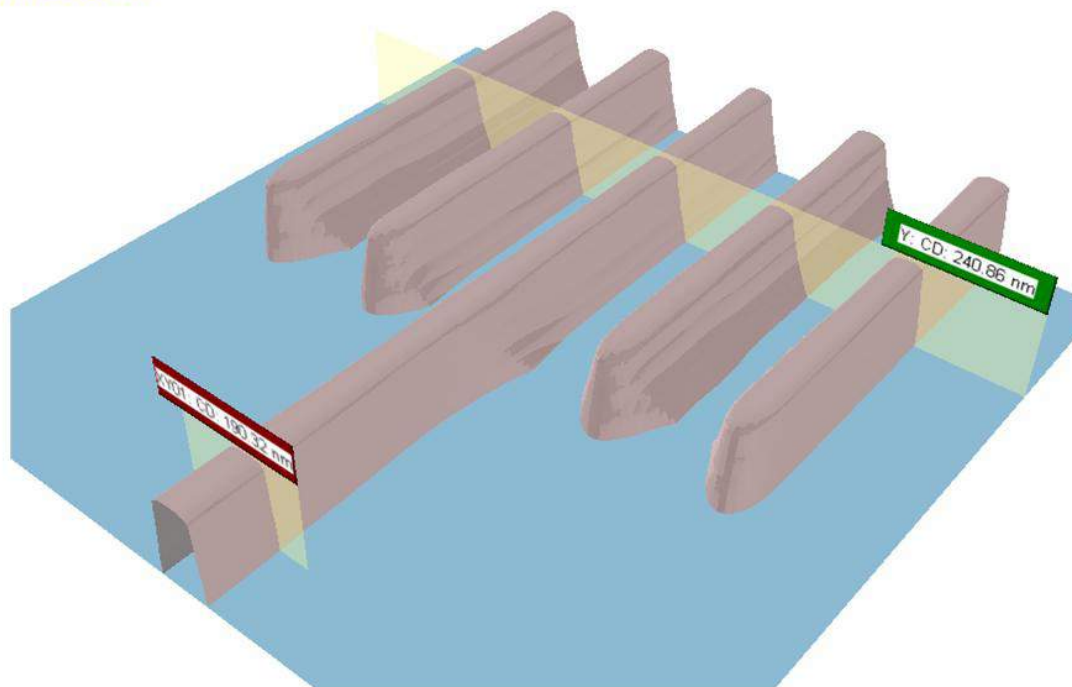


F, мкм



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

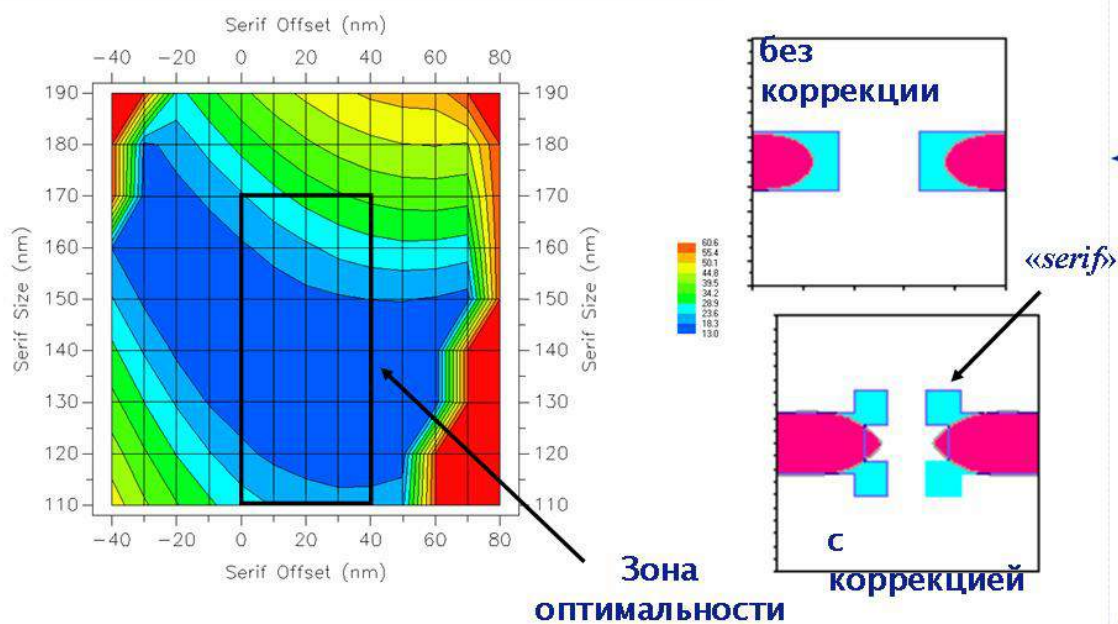
Негативное влияние оптического эффекта близости



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Исследование параметров фигур OPC типа «serif»

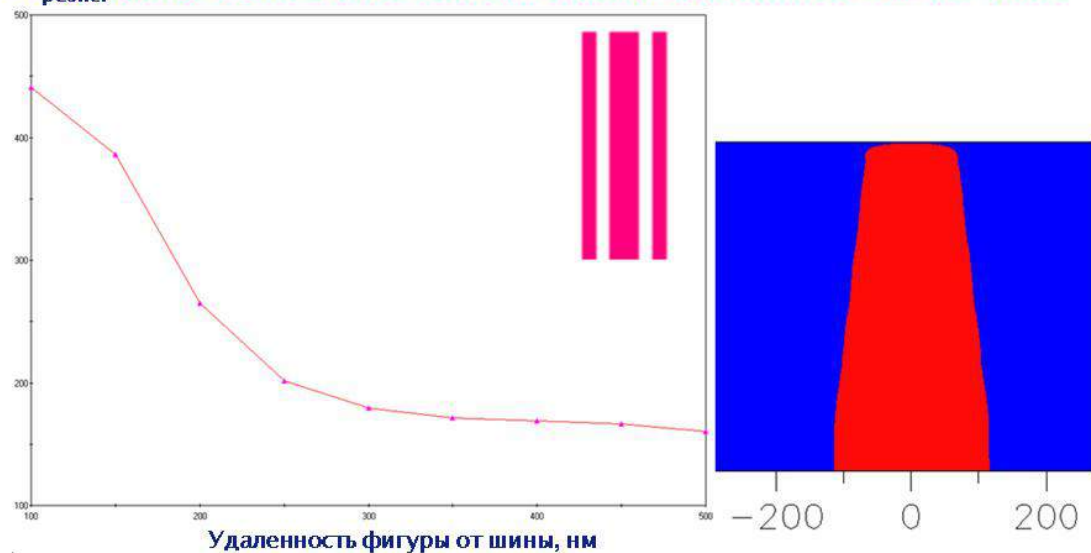
ProLith v10.2



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Исследование параметров фигур OPC типа «scattering bars»

**Введение OPC фигур типа “scattering bars” позволяет
варьировать
CD_{резист} ширину одиночной шины (0,24 мкм) в диапазоне 150-430 нм!!!**



<Июнь 2008>
<ФИО>

МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Экспериментальное исследование технологического процесса литографии

<Июнь 2008>
<ФИО>

МГТУ
им. Н.Э. Баумана

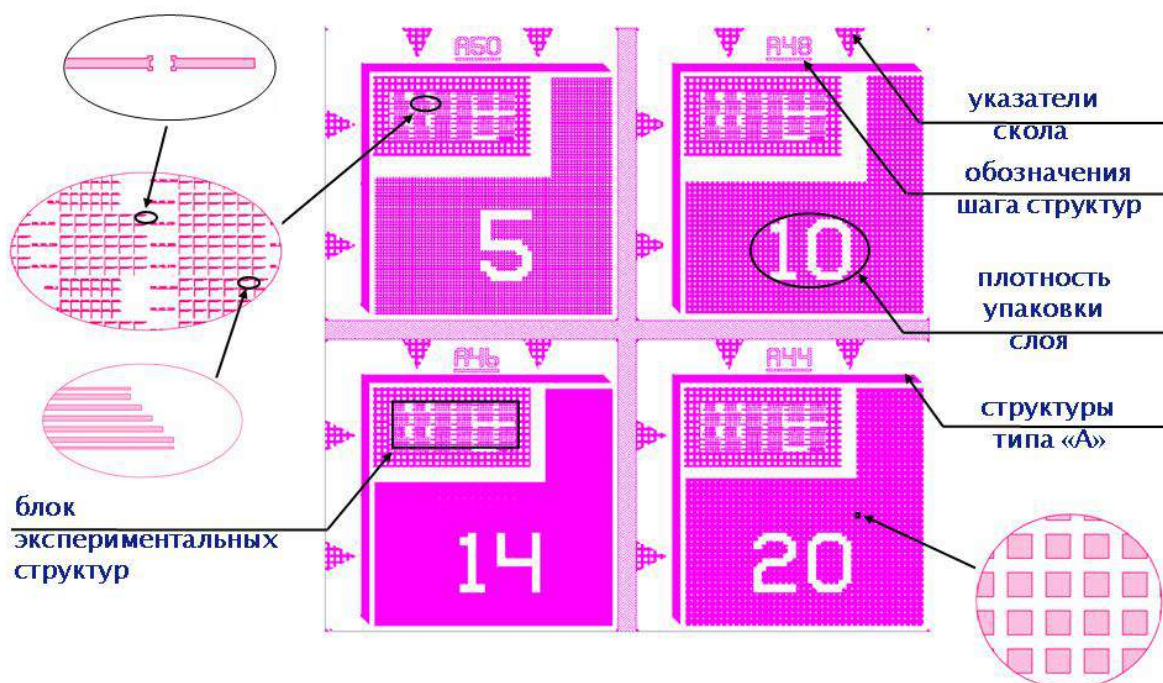
Решаемые задачи:

- Разработка тестового шаблона для оптимизации технологических режимов литографии и экспериментального исследования оптического эффекта близости.
- Экспериментальное исследование резистивной маски поликремниевых затворов КМОП СБИС с размерами элементов 0,25 мкм и менее и определение оптимальных параметров фигур коррекции оптического эффекта близости, а также соответствующих параметров оптической системы степпера.
- Разработка программы управления работой степпера.



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Разработка тестового шаблона



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Внеосевое освещение

Dense		E										
		235	237	239	241	243	245	247	249	251	253	255
F	-0.5	**NA**	**NA**	**NA**	273.67	265.55	270.08	**NA**	258.69	239.63	243.43	210.91
	-0.4	**NA**	**NA**	**NA**	304.41	**NA**	**NA**	**NA**	232.33	239.44	229.35	217.88
	-0.3	**NA**	**NA**	277.62	276.27	253.43	256.73	264.61	251.28	242.6	230.39	217.81
	-0.2	301.16	275.03	299.14	260.83	276.96	268.67	253.63	254.68	242.19	239.93	212.25
	-0.1	277.37	276.07	272.3	267.35	260.37	259.4	275.42	244.07	232.65	226.4	215.58
	0	273.62	264.9	271.82	261.38	261.37	244.13	242.03	239.17	236.43	229.23	216.46
	0.1	259.27	266.74	263.5	251.95	256.05	240.71	238.7	232.64	224.57	221.99	213.1
	0.2	261.87	258.29	260.33	250.85	250.31	239.6	235.91	230.87	229.43	218.86	215.13
	0.3	262.59	256.84	254.51	248.03	245.07	239.35	237.45	229.98	221.24	215.45	211.18
	0.4	268.92	258.04	256.98	258.07	244.43	245.59	236.05	227.6	222.61	216.55	207.68
DOF = 0.6 um, DOE = 12 мДж/см2 (4.9%), , Eopt = 244 мДж/см2												

Dense		E										
		235	237	239	241	243	245	247	249	251	253	255
F	-0.5	273.85	**NA**	261.07	**NA**	252.25	253.63	245.37	249.11	219.38	**NA**	268.6
	-0.4	**NA**	268.86	277.17	58.74	**NA**	260.52	253.28	246.43	235.21	213.73	202.32
	-0.3	284.18	280.08	271.32	269.17	269.61	250.72	237.16	243.72	234.09	**NA**	209.54
	-0.2	50.58	267.73	263.75	252.88	248.73	249.68	245.38	234.14	225.92	220.84	206.07
	-0.1	268.14	266.53	267.13	247.12	249.15	245.34	240.93	236.59	223.68	218.82	212.89
	0	261.79	267.49	265.46	269.5	253.53	241.65	233.82	235.17	225.78	227.08	210.5
	0.1	265.05	261.84	257.51	252.99	249.16	243.11	237.44	231.73	225.29	220.25	211.88
	0.2	260.42	259.69	254.58	250.03	243.89	241.55	235.54	229.05	223.92	213.99	207.7
	0.3	254.67	259.96	254.99	247.66	249.1	238.23	235.22	227.66	220.86	211.06	212.84
	0.4	271.2	254.27	256.24	242.06	248.57	238.01	238.09	224.96	218.05	213.16	212.77
DOF = 0.6 um, DOE = 12 мДж/см2 (4.94%) , Eopt = 243 мДж/см2												



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Внеосевое освещение

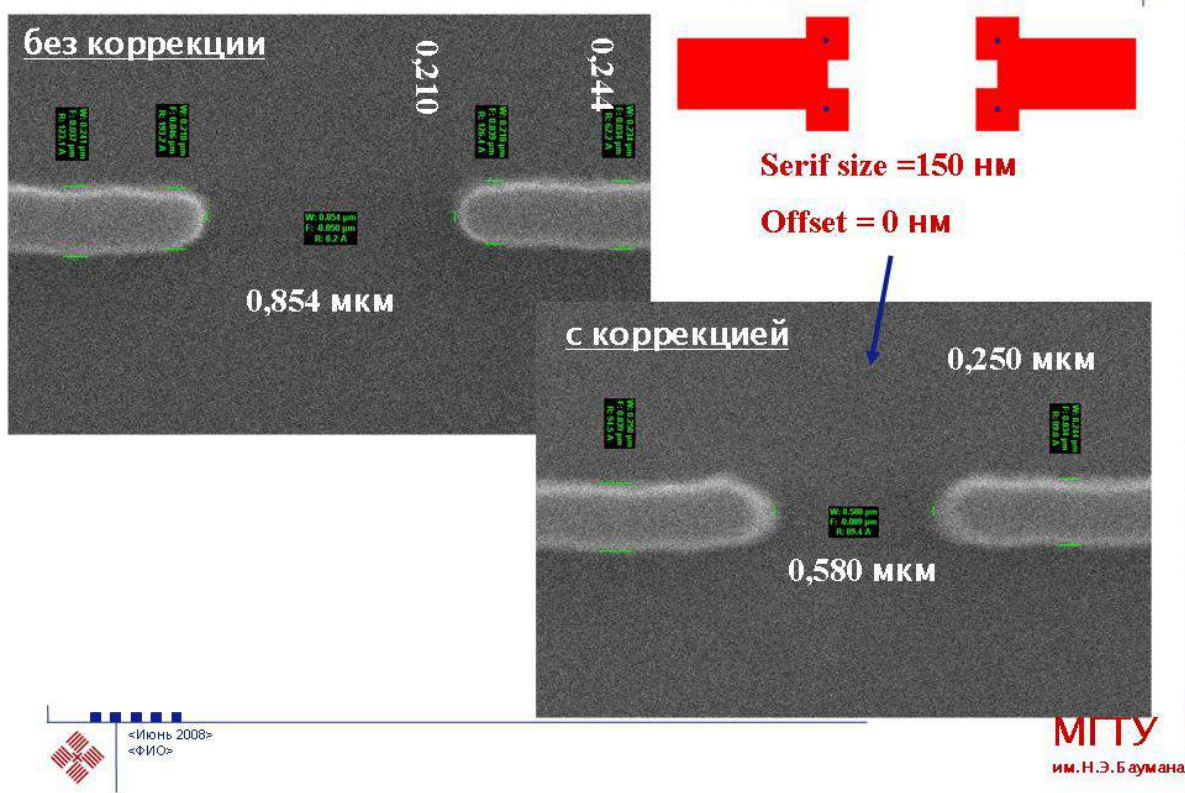
Iso		E										
		235	237	239	241	243	245	247	249	251	253	255
F	-0.5	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	138.56	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
	-0.4	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
	-0.3	**NA**	159.86	174.26	159.98	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
	-0.2	140.73	146.67	152.61	**NA**	145.62	149.09	151.78	174.82	161.89	**NA**	**NA**
	-0.1	143.98	144.56	143.84	143.62	139.21	147.16	**NA**	175.31	132.16	154.98	134.22
	0	157.63	161.61	152.22	148.62	133.54	138.45	139.36	136.25	153.91	144.75	150.43
	0.1	154.67	154.61	153.01	150.33	137.91	144.44	141.38	139.6	139.29	133.45	130.07
	0.2	160.06	154.41	147.49	143.89	143.66	143.65	142.54	139.87	140.08	128.67	123.86
	0.3	149.59	151.68	152.92	148.84	146.95	144.57	132.34	131.66	132.81	132.41	121.8
	0.4	130.77	138.88	130.89	123.44	134.93	123.94	122.49	127.27	**NA**	68.25	123.06
DOF = 0.5 um, DOE = 10 мДж/см2												

Iso		E										
		235	237	239	241	243	245	247	249	251	253	255
F	-0.5	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
	-0.4	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
	-0.3	25.54	**NA**	138.37	**NA**	**NA**	**NA**	146.11	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
	-0.2	157.6	129.46	137.31	129.34	150.24	**NA**	135.54	139.18	**NA**	**NA**	**NA**
	-0.1	138.7	131.55	140.45	161.79	135.88	128.9	140.48	145.58	162.38	120.92	146.76
	0	158.71	146.11	142.83	134.81	130.76	135.1	127.11	**NA**	136.24	136.49	159.09
	0.1	151.21	144.6	138.32	134.7	136.1	130.95	128.29	128.26	127.13	121.87	126.59
	0.2	145.24	140.22	134.46	134.51	132.12	131.09	125.97	125.11	**NA**	81.46	**NA**
	0.3	139.37	133.62	141.88	138.69	129.6	129.17	127.01	124.71	120.61	118.85	120.25
0.4	126.14	130.84	122.8	128.98	121.64	**NA**	**NA**	136.93	220.21	**NA**	**NA**	
DOF = 0.2 um, DOE = 4 мДж/см2												

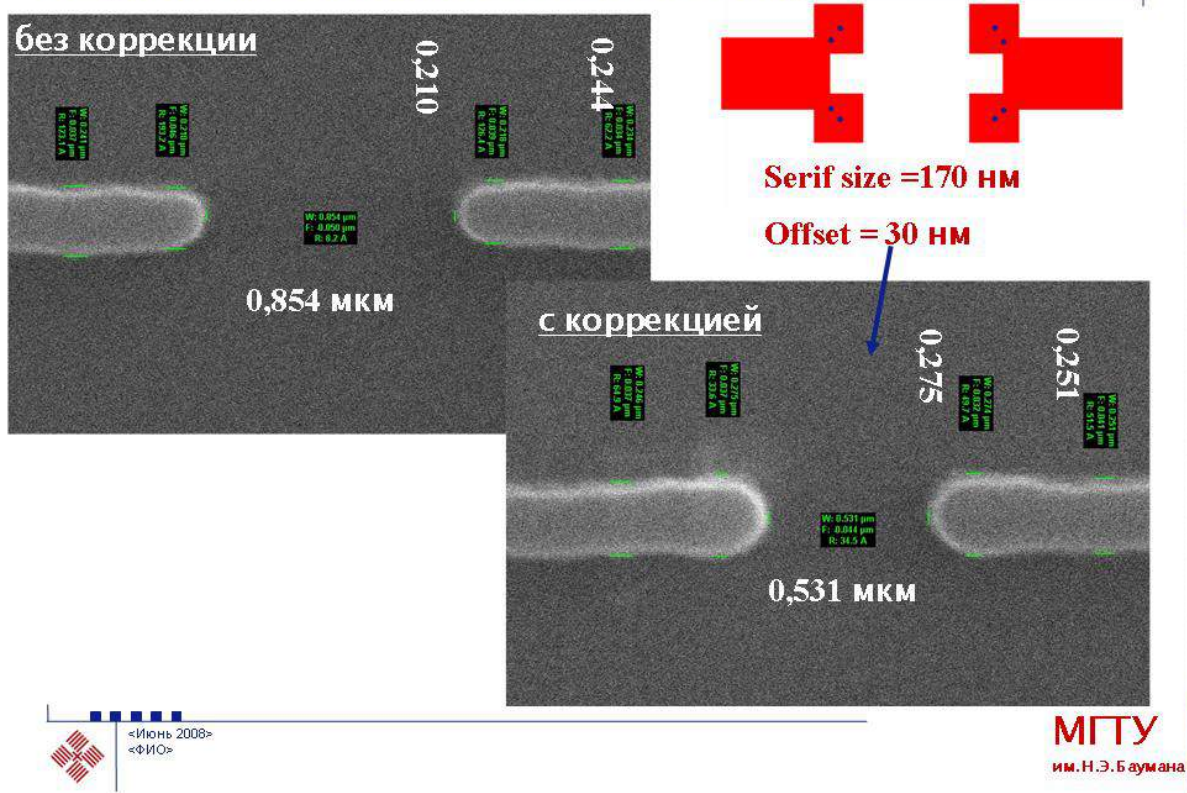


МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Результаты эксперимента (OPC-serif)

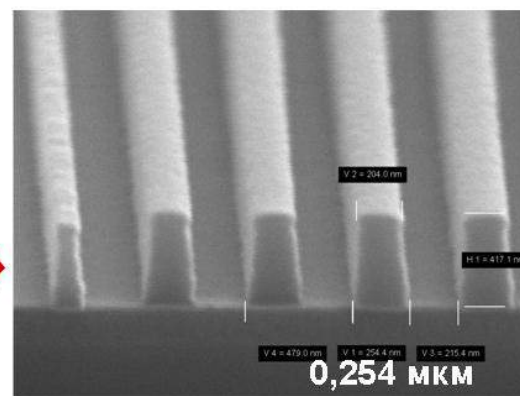


Результаты эксперимента (OPC-serif)



Результаты эксперимента (OPC-SB)

Проблема!!! Разница в значениях дозы экспозиции для одиночных и плотноупакованных структур с размерами порядка 0,25 мкм составляет 20-30%.



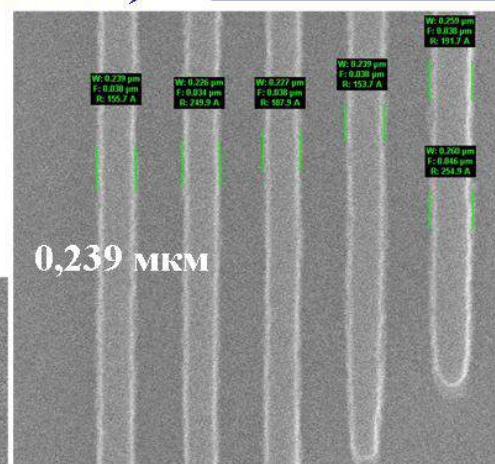
МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Результаты эксперимента (OPC-SB)



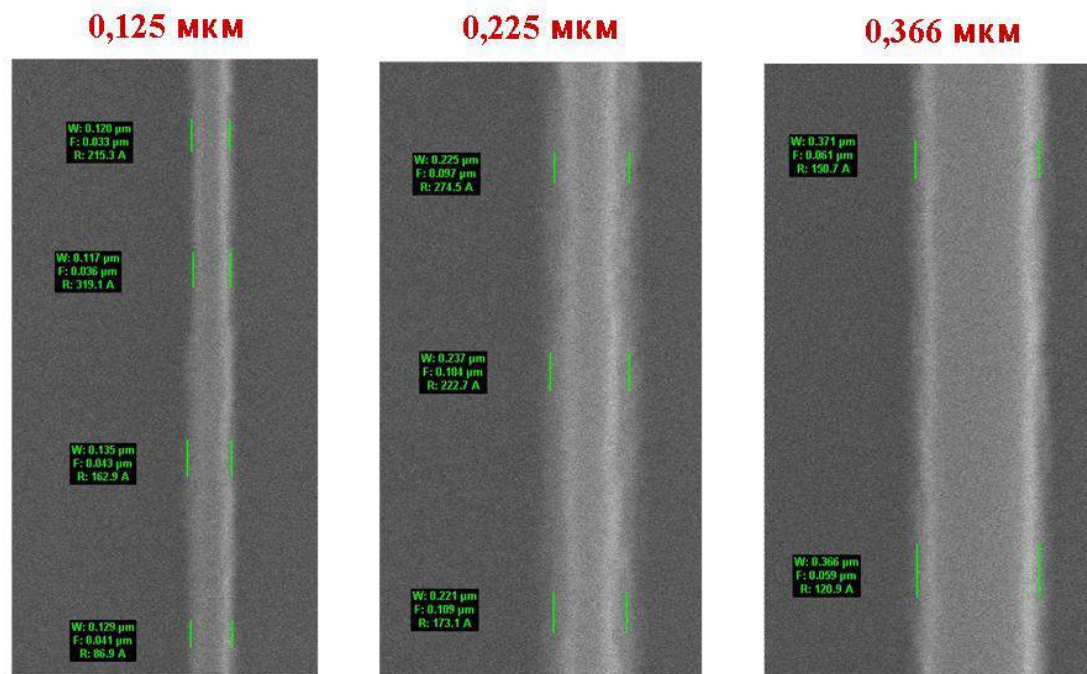
Размер доп. лин. = 100 нм

Удаленность = 200 нм



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Результаты эксперимента (OPC-SB)



<Июнь 2008>
<ФИО>

МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Основные результаты работы

- Проведен сравнительный анализ современных методов повышения разрешающей способности проекционного литографического процесса и обоснована эффективность их применения при производстве КМОП СБИС с субмикронными размерами элементов.
- Оптимизирована модель технологического процесса проекционной литографии для сверхконтрастного резиста Ultra-i123-035 с использованием степпера PAS5500/250C фирмы ASML. Экспериментально определены параметры экспонирования и проявления резиста Ultra-i123-035 ($R_{\min} = 0,075$ нм/сек, $R_{\max} = 120,46$ нм/сек, $RI = 1,684$ и $C = 0,0023$) и на их основе осуществлена калибровка модели технологического процесса литографии.
- Теоретически определены и экспериментально подтверждены оптимальные параметры оптической системы степпера PAS5500/250C ($NA=0,6$, $\sigma_{in} = 0,319$ и $\sigma_{out} = 0,55$).
- На основе разработанной модели технологического процесса литографии установлены типы фигур коррекции оптического эффекта близости и диапазон вариации их параметров.
- Разработан тестовый шаблон, используемый в качестве инструмента для оптимизации технологических режимов литографии и исследования влияния типов фигур коррекции оптического эффекта близости и их параметров на форму и размеры элементов с минимальными размерами 0,25 мкм и менее.
- Экспериментально доказана высокая эффективность введения фигур коррекции оптического эффекта близости и определены их оптимальные параметры, необходимые для получения резистивной маски поликремниевых затворов КМОП СБИС с размерами 0,25 мкм и менее (*«serif size»* = 170 нм, *«serif offset»* = 30 нм, *«scattering bars size»* = 100 нм и *«scattering bars spacing»* ~ 200 нм).
- Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность использования проекционной i-line ($\lambda=365$ нм) литографии для производства КМОП СБИС с проектными нормами 0,25 мкм и менее в реальных производственных условиях.



<Июнь 2008>
<ФИО>

МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Апробация результатов

- Родионов И.А. Фотолитография в ультрафиолетовом диапазоне длин волн. // 8-ая Молодежная научно-техническая конференция «Научные технологии и интеллектуальные системы 2006». 19-20 апреля 2006 г. – М.: издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2006, с. 127-135.
- Родионов И.А. Методы коррекции оптических эффектов близости. // 9-ая Молодежная научно-техническая конференция «Научные технологии и интеллектуальные системы 2007». 18 апреля 2007 г. – М.: издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007, с. 174-178.
- Родионов И.А. Исследование влияния параметров технологического процесса фотолитографии на минимальные критические размеры элементов, получаемых на кремниевой пластине. // 9-ая Молодежная научно-техническая конференция «Научные технологии и интеллектуальные системы 2007». 18 апреля 2007 г. – М.: издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007, с. 219-224.
- Глушко А.А., Родионов И.А., Макачук В.В. Моделирование технологии изготовления субмикронных КМОП СБИС с помощью систем TCAD. // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2007. - №4. – с.32-34. – Библиогр.: с.34 (5 назв.).
- Родионов И.А., Макачук В.В. Коррекция оптических эффектов близости при проектировании микросхем // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2007. - №3. – с.30-32. – Библиогр.: с.32 (4 назв.).
- Родионов И.А. Исследование процесса распределения температуры на поверхности кремниевой пластины в процессе формирования резистивной пленки. // 10-ая Молодежная научно-техническая конференция «Научные технологии и интеллектуальные системы 2008». 16 апреля 2008 г. – М.: издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008, с. 108-114.
- Родионов И.А. Исследование влияния введения ОРС фигур на параметры полупроводниковых структур с размерами элементов 0,25 мкм. // 10-ая Молодежная научно-техническая конференция «Научные технологии и интеллектуальные системы 2008». 16 апреля 2008 г. – М.: издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008, с. 115-120.



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Работа отмечена:

- Дипломами 1 степени молодежных научно-технических конференций "Научные технологии и интеллектуальные системы", (Москва, 2007) и "Научные технологии и интеллектуальные системы", (Москва, 2008).
- Дипломом участника открытого конкурса 2006 года на лучшую научную работу по направлению «Приборостроение, метрология, информационно-измерительные системы и приборы».
- Стипендией Правительства Москвы.
- Стипендией Клуба Императорского Технического Училища.



МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Правила оформления пояснительной записки КРБ и ДМ

Правила по оформлению текстовой части КРБ и ДМ разработаны в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 "Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления", ГОСТ 7.1-2003 "Библиографическое описание документа" и др. нормативных документов, регламентирующих подготовку диссертаций и научно-технических отчетов.

РПЗ должна быть выполнена любым печатным способом на пишущей машинке или с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через **один** интервал. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков — не менее 1,8 мм (кегель не менее 12). При этом рекомендуется использовать шрифты типа Times New Roman размером 14 пунктов.

Устанавливаются следующие размеры полей: верхнего и нижнего - 20 мм, левого - 30 мм, правого - 10 мм.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Вне зависимости от способа выполнения РПЗ качество напечатанного текста и оформления иллюстраций, таблиц, распечаток с ПЭВМ должно удовлетворять требованию их четкого воспроизведения.

При выполнении РПЗ необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всему документу. В нем должны быть четкие, нерасплывшиеся линии, буквы, цифры и знаки.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе подготовки РПЗ, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным способом или черными чернилами, пастой или тушью — рукописным способом.

Повреждения листов текстовых документов, помарки и следы не удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

Фамилии, названия учреждений, организаций, фирм, названия изделий и другие имена собственные в РПЗ приводят на языке оригинала, желательно в круглых скобках после первого упоминания названия организаций давать ссылку на их информационный ресурс в сети Интернет. Допускается транслитерировать имена собственные и приводить названия организаций в переводе на язык отчета с добавлением (при первом упоминании) оригинального названия.

Сокращение русских слов и словосочетаний в РПЗ — по ГОСТ 7.12.

Текст основной части РПЗ делят на главы, разделы, подразделы, пункты.

Заголовки структурных частей РПЗ: "СОДЕРЖАНИЕ", "СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ", "СПИСОК ТЕРМИНОВ", "ВВЕДЕНИЕ", "НАЗВАНИЯ ГЛАВ", "ЗАКЛЮЧЕНИЕ", "СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ", "ПРИЛОЖЕНИЯ" печатают прописными буквами в середине строк, используя полужирный шрифт с размером 14.

Заголовки разделов печатают строчными буквами (кроме первой прописной) с абзацного отступа полужирным шрифтом с размером 14.

Заголовки подразделов печатают с абзацного отступа строчными буквами (кроме первой прописной) полужирным шрифтом с размером шрифта основного текста.

Пункты, как правило, заголовков не имеют. При необходимости заголовков пункта печатают с абзацного отступа полужирным шрифтом с размером шрифта основного текста.

В конце заголовков глав, разделов и подразделов точку не ставят.

Расстояние между заголовком (за исключением заголовка пункта) и текстом должно составлять 1-2 межстрочных интервала. Если между двумя заголовками текст отсутствует, то расстояние между ними устанавливается в 1,5-2 межстрочных интервала. Расстояние между

заголовком и текстом, после которого заголовок следует, может быть больше, чем расстояние между заголовком и текстом, к которому он относится.

Каждую структурную часть РПЗ следует начинать с нового листа.

Нумерация страниц дается арабскими цифрами. Первой страницей РПЗ является титульный лист, который включают в общую нумерацию страниц РПЗ. На титульном листе номер страницы не ставят, на последующих листах номер проставляют в центре нижней части листа без точки в конце.

Нумерация глав, разделов, подразделов, пунктов, рисунков, таблиц, формул, уравнений дается арабскими цифрами без знака "№".

Разделы "Содержание", "Список условных обозначений и сокращений", "Список терминов", "Введение", "Заключение", "Список использованных источников", "Приложения" не имеют номеров.

Разделы нумеруют в пределах каждой главы. Номер раздела состоит из номера главы и порядкового номера раздела, разделенных точкой, например: "2.3" (третий раздел второй главы).

Подразделы нумеруют в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из порядковых номеров главы, раздела, подраздела, разделенных точками, например: "1.3.2" (второй подраздел третьего раздела первой главы).

Пункты нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого подраздела. Номер пункта состоит из порядковых номеров главы, раздела, подраздела, пункта, разделенных точками, например: "4.1.3.2" (второй пункт третьего подраздела первого раздела четвертой главы). Номера пунктов выделяют полужирным шрифтом.

Заголовки глав, разделов, подразделов, пунктов приводят после их номеров через пробел. Пункт может не иметь заголовка.

В конце нумерации глав, разделов, подразделов, пунктов, а также их заголовков точку не ставят.

Нумерация страниц РПЗ и приложений, входящих в состав РПЗ, должна быть сквозная.

Иллюстрации

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в РПЗ непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Размещение сканированных из источников изображений без ссылки на источник запрещено.

Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

На все иллюстрации должны быть даны ссылки по тексту РПЗ.

Чертежи, графики, диаграммы, схемы, иллюстрации, помещаемые в РПЗ, должны соответствовать требованиям государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Чертежи со штампом могут располагаться только в приложении к РПЗ.

Допускается выполнение чертежей, графиков, диаграмм, схем посредством использования компьютерной печати.

Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией, допускается сквозная нумерация внутри глав.

Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах главы. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера главы и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 — Детали прибора.

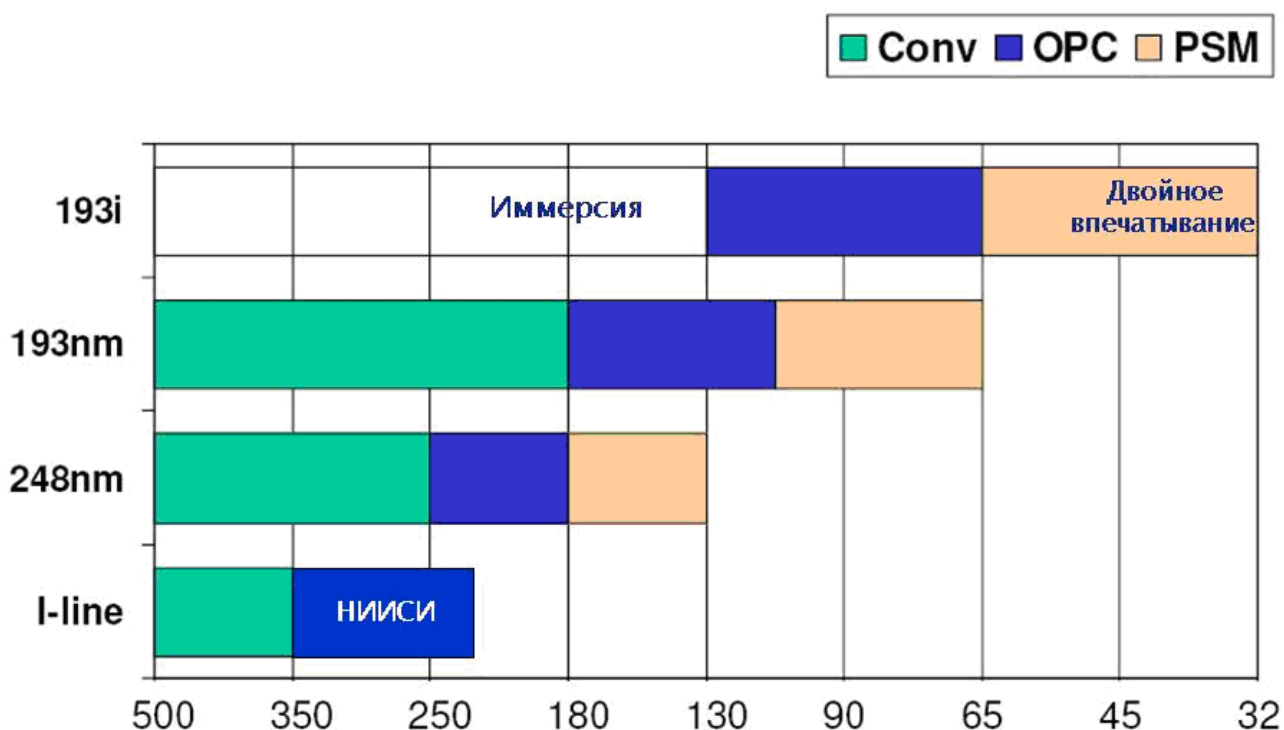


Рисунок 1 – Развитие литографического оборудования

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Таблицы

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзачного отступа в одну строку с ее номером через тире.

При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

Таблицу следует располагать в РПЗ непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

На все таблицы должны быть ссылки в РПЗ. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист (страницу). При переносе части таблицы на другой лист (страницу) слово «Таблица» и номер ее указывают один раз справа над первой частью таблицы, над другими частями пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы I». При переносе таблицы на другой лист (страницу) заголовок помещают только над ее первой частью.

Таблицу с большим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы. Если строки и графы таблицы выходят за формат страницы, то в первом случае в каждой части таблицы повторяется головка, во втором случае — боковик.

Если повторяющийся в разных строках графы таблицы текст состоит из одного слова, то его после первого написания допускается заменять кавычками; если из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее — кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается. Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц. Пример оформления таблицы приведен на рисунке 1.



Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица I» или «Таблица B.1», если она приведена в приложении B.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф — со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Примечания

Слово «Примечание» следует печатать с прописной буквы с абзаца и не подчеркивать.

Примечания приводят в документах, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала. Примечания не должны содержать требований.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами без проставления точки. Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Формулы и уравнения

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (x), деления (:) или других

математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «Х».

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле.

Формулы в отчете следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всего отчета арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

Пример

$$A=a:b, \quad (1)$$

$$B=c:e. \quad (2)$$

Одну формулу обозначают — (1).

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например формула (B.1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках. Пример—... в формуле (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например (3.1).

Порядок изложения в отчете математических уравнений такой же, как и формул.

В КР допускается выполнение формул и уравнений рукописным способом черными чернилами.

Ссылки

В КР допускаются ссылки на данный документ, стандарты, технические условия и другие документы при условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования и не вызывают затруднений в пользовании документом.

Ссылаться следует на документ в целом или его разделы и приложения. Ссылки на подразделы, пункты, таблицы и иллюстрации не допускаются, за исключением подразделов, пунктов, таблиц и иллюстраций данного документа.

При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначение, при этом допускается не указывать год их утверждения при условии полного описания стандарта в списке использованных источников в соответствии с ГОСТ 7.1.

Ссылки на использованные источники следует приводить в квадратных скобках.

Список обозначений и сокращений, условных обозначений, символов, единиц физических величин и терминов.

Перечень должен располагаться столбцом. Слева в алфавитном порядке приводят сокращения, условные обозначения, символы, единицы физических величин и термины, справа — их детальную расшифровку.

Список использованных источников

Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета и нумеровать арабскими цифрами без точки. Печатать с абзацного отступа. Номера в списке литературы назначаются в порядке ссылок на нее по тексту. Библиографический список выполняется по ГОСТ 7.1-2003.

Приложения

Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением справочного приложения «Библиография», которое располагают последним.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

При необходимости такое приложение может иметь «Содержание».

Приложениям или частям, выпущенным в виде самостоятельного документа, обозначение присваивают как части документа с указанием в коде документа ее порядкового номера.

ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное).

Библиотека по направлению
«Конструирование и технология
электронных средств»

Андреев Владимир Викторович
Власов Андрей Игоревич
Гриднев Владимир Николаевич
Журавлева Людмила Васильевна
Макарчук Владимир Васильевич
Маркелов Виктор Васильевич
Резчикова Елена Викентьевна
Родионов Илья Анатольевич
Перепелицын Валентин Георгиевич
Семенцов Станислав Григорьевич
Соловьев Владимир Анатольевич
Столяров Александр Алексеевич
Шахнов Вадим Анатольевич

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации и проведению итоговой государственной
аттестации бакалавров и магистров
по направлению
«Конструирование и технология
электронных средств»

Под редакцией заслуженного деятеля науки РФ,
член-корреспондента РАН, д-р техн. наук, профессора
В.А. Шахнова

Подписано в печать 10.01.2015. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печ. л. 4,5, Усл. печ. л. 4,25, Уч.-изд.л. 4,1.
Тираж 100 экз. Изд. №101. Заказ № 101.

МГТУ им.Н.Э.Баумана.
105005, Москва, 2-ая Бауманская, 5