

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

В.В. Андреев, В.Е. Драч

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН
Методические указания
обучающимся по направлению подготовки 11.04.03 «Конструирование и
технология электронных средств» по профилю «Проектирование и
технология электронных средств»

Калуга, 2019

Методические указания составлены в соответствии с учебным планом КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению подготовки 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» по профилю «Проектирование и технология электронных средств».

Методические указания рассмотрены и одобрены:

- кафедрой «Конструирование и технология электронных средств» (ИУ1-КФ)

протокол № 51.1-06/05 от 23 октября 2019 г.

Зав.кафедрой ИУ1-КФ  д.т.н., профессор Столяров А.А.

- методической комиссией факультета ИУ-КФ

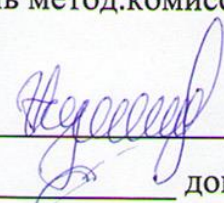
протокол № 4 от 11 ноября 2019 г.


Декан факультета ИУ-КФ  к.т.н., доцент Адкин М.Ю.

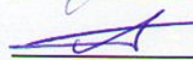
- методической комиссией Калужского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана

протокол № 3 от 03 декабря 2019 г.

Председатель метод.комиссии  д.э.н., профессор Перерва О.Л.

Рецензент  зав. кафедрой ИУ2-КФ к.т.н. Чухраев И.В.

Авторы  доцент кафедры ИУ1-КФ, к.т.н. Драч В.Е.

 профессор кафедры ИУ1-КФ, д.т.н. Андреев В.В.

Аннотация

В методических указаниях приведены общие сведения о государственной итоговой аттестации, порядок проведения государственного экзамена, требования к проведению экзамена, критерии оценивания результатов государственного экзамена. В указания включены типовые вопросы (задания), выносимые на государственный экзамен, рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену, а также перечень рекомендуемой литературы для подготовки к государственному экзамену.

© Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019

© Драч В.Е., Андреев В.В., 2019

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	7
2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА	8
3. ТРЕБОВАНИЯ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ МАГИСТРА	8
4. ОЦЕНИВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА	9
5. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ (ЗАДАНИЯ), ВЫНОСИМЫЕ НА ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН	11
6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ	15

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, наноэлектронные 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: проектноконструкторской, 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) ОКНПО (Общероссийский классификатор начального профессионального образования) ОКСВНК (Общероссийский классификатор специальностей высшей научной квалификации)	211000	Конструирование и технология электронных средств
	210201	Проектирование и технология радиоэлектронных средств
	210301	Радиофизика и электроника
	210302	Радиотехника (специалитет)
	210304	Радиоэлектронные системы
	210306	Радиоаппаратостроение
	210312	Аудиовизуальная техника
	210402	Средства связи с подвижными объектами
	210403	Защищенные системы связи
	210404	Многоканальные телекоммуникационные системы
	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 классифи- кацией ООП	Наименование		
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 КФ 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 КФ 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.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ МАГИСТРА

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

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

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Государственный экзамен проводится по дисциплинам (модулям), результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников (междисциплинарный экзамен):

Государственный экзамен проводится устно.

К государственному экзамену допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по образовательной программе.

Не позднее чем за 30 календарных дней до дня проведения первого государственного аттестационного испытания организацией утверждается расписание государственных аттестационных испытаний, в котором указываются даты, время и место проведения государственных аттестационных испытаний и предэкзаменационных консультаций, и расписание доводится до сведения обучающегося, членов государственных экзаменационных комиссий и апелляционных комиссий, секретарей государственных экзаменационных комиссий, руководителей и консультантов выпускных квалификационных работ.

Государственный экзамен проводится перед защитой выпускной квалификационной работы. Перерыв между государственным экзаменом и защитой выпускной квалификационной работы – не менее 7 календарных дней.

Перед экзаменом проводятся обязательные консультации обучающихся.

Заседания комиссий проводятся председателями комиссий. Заседания комиссий правомочны, если в них участвуют не менее двух третей от числа членов комиссий.

На государственном экзамене не допускается присутствие посторонних лиц.

Обучающимся и лицам, привлекаемым к государственной итоговой аттестации, во время ее проведения запрещается иметь при себе и использовать средства связи.

Государственный экзамен проводится по экзаменационным билетам устно с письменной фиксацией обучающимися тезисов своих ответов на экзаменационных листах. На подготовку к ответу обучающемуся предоставляется не менее 60 минут. Члены государственной экзаменационной комиссии имеют право задавать обучающемуся дополнительные уточняющие вопросы, относящиеся к вопросам (заданиям) билета. Продолжительность ответа обучающегося на вопросы (задания) билета и дополнительные вопросы не должна превышать 30 минут.

Результаты государственного экзамена определяются комиссиями оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Результаты государственных экзаменов объявляются в тот же день после оформления протоколов заседаний соответствующих комиссий.

4. ОЦЕНИВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Оценка результатов государственного экзамена производится по следующим критериям:

Оценка	Критерии
«Отлично» 90-100 баллов*	Студент показывает высокий уровень компетентности, знания материала образовательной программы, учебной литературы, раскрывает основные понятия и проводит их анализ на основании позиций различных авторов. Студент показывает высокий уровень теоретических знаний по дисциплинам, включенным в государственный экзамен, и видит междисциплинарные связи.

	<p>Профессионально, грамотно, последовательно, хорошим языком четко излагает материал, аргументировано формулирует выводы.</p> <p>Знает в рамках требований к направлению подготовки законодательно-нормативную и практическую базу.</p> <p>На вопросы членов комиссии отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p>
<p>«Хорошо» 75-89 баллов*</p>	<p>Студент показывает достаточный уровень компетентности, знания лекционного материала, учебной и методической литературы.</p> <p>Уверенно и профессионально, грамотным языком, ясно, четко и понятно излагает состояние и суть вопроса.</p> <p>Знает нормативно-законодательную и практическую базу, но при ответе допускает несущественные погрешности.</p> <p>Студент показывает достаточный уровень профессиональных знаний, свободно оперирует понятиями, методами оценки принятия решений, имеет представление о междисциплинарных связях, увязывает знания, полученные при изучении различных дисциплин, умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности.</p> <p>Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстративный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности.</p> <p>Вопросы, задаваемые членами экзаменационной комиссии, не вызывают существенных затруднений.</p>
<p>«Удовлетворительно» 60-74 баллов*</p>	<p>Студент показывает достаточные знания учебного и лекционного материала, но при ответе отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами.</p> <p>На поставленные членами комиссии вопросы отвечает неуверенно, допускает погрешности.</p> <p>Студент владеет практическими навыками, привлекает иллюстративный материал, но чувствует себя неуверенно при анализе междисциплинарных связей.</p>

	<p>В ответе не всегда присутствует логика, привлекаются недостаточно веские аргументы.</p> <p>Затрудняется с ответами на поставленные комиссией вопросы.</p>
<p>«Неудовлетворительно»</p> <p>0-59 баллов*</p>	<p>Студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций.</p> <p>Не может привести примеры из реальной практики.</p> <p>Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.</p> <p>Неправильно отвечает на поставленные членами комиссии вопросы или затрудняется с ответом.</p> <p>Принципиально неверно дает ответ (не дает ответ) хотя бы на один вопрос экзаменационного билета.</p>

*Оценка в баллах по 100-балльной шкале используется для оценки уровня сформированности компетенций. Оценки формируются коллегиальным решением членов Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

5. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ (ЗАДАНИЯ), ВЫНОСИМЫЕ НА ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

В данном разделе приводятся типовые вопросы с целью ознакомления. Точный перечень вопросов можно найти в Программе дисциплины ПД.ИУ1-17/19.

Дисциплина «Проектирование и технология ЭС»

1. Охарактеризуйте систему дискретного времени, прямое и обратное Z-преобразование.
2. Классифицируйте аппроксимации АЧХ фильтров и аналоговые фильтры.
3. Рассмотрите КИХ и БИХ цифровые фильтры.
4. Приведите схемотехнику ЦАП .
5. Классифицируйте АЦП и приведите схемотехнику АЦП.
6. Приведите методы цифрового синтеза частоты (PLL и DDS).
7. Рассмотрите распространение СДВ, СВ, ДВ, КВ и УКВ радиоволн.

8. Приведите основные параметры антенн, рассмотрите полуволновой диполь и четвертьволновой штырь, петлевой вибратор, рамочные антенны, укороченные антенны.

9. Охарактеризуйте антенны СВЧ диапазона.

10. Рассмотрите микрополосковые линии и изложите принципы конструирования микрополосковых элементов (RCL), резонаторов и фильтров.

11. Раскройте на примерах назначение директив языка ассемблер. Поясните назначение секций и меток.

12. Перечислите типы операндов языка ассемблер и поясните допустимые операции с ними на примере команды mov.

13. Перечислите и раскройте назначение основных команд, реализующих в ассемблере целочисленную арифметику.

14. Опишите назначение утилиты Make. Приведите примеры правил для Makefile.

Дисциплина «Методы контроля в микро- и наоэлектронике»

1. Дайте общую характеристику вольт-фарадным (C-V) методам контроля электрофизических характеристик МДП и полупроводниковых структур.

2. Раскройте принципы использования методов высокочастотных ВФХ для контроля параметров МДП-структур и контроля заряда на поверхностных состояниях и фиксированного положительного заряда.

3. Раскройте принципы использования методов высокочастотных ВФХ для контроля параметров МДП-структур и контроля подвижного положительного заряда и зарядов на исходных и вновь созданных зарядовых ловушках.

4. Раскройте принципы контроля дефектности диэлектрической пленки электрохимическим методом и методом жидких кристаллов.

5. Раскройте принципы контроля дефектности диэлектрической пленки методом микропробоя.

6. Дайте общую характеристику методам определения дефектов зарядового состояния в тонких диэлектрических пленках.

7. Раскройте принцип метода постоянного тока для контроля дефектности диэлектрических пленок.

8. Раскройте принцип метода постоянного напряжения для контроля зарядовой дефектности диэлектрических пленок.

9. Дайте общую характеристику сканирующей туннельной микроскопии.

10. Раскройте принцип работы атомно-силового микроскопа (AFM).

11. Дайте общую характеристику взаимодействию Ван-дер-Ваальса и контактному, бесконтактному и полуконтактному режимам исследования полупроводниковых структур в атомно-силовой микроскопии.

12. Раскройте принцип работы растрового электронного микроскопа.

13. Дайте общую характеристику Оже спектроскопии.

14. Дайте общую характеристику электронному парамагнитному резонансу (ЭПР).

Дисциплина «Нанoeлектроника и наноинженерия»

1. Использование щелевой изоляции (STI – ShallowTrenchIsolation) и метода LOCOS (LOCAlOxidationofSilicon) в микро- и наноэлектронике.

2. Раскройте содержание технологии «напряженный» кремний.

3. Опишите конструкцию и принцип работы транзистора с тройным затвором (Tri-Gate Transistor).

4. Особенности конструкции FinFET транзисторов.

5. Особенности конструкции и технологии полевых транзисторов с плавающим затвором.

6. Особенности конструкции и технологии элементов памяти с ловушками заряда (Charge Trap Flash).

7. МЭМС и НЭМС особенности конструкции и изготовления.

8. Раскройте принципы, лежащие в основе одноэлектроники.

9. Раскройте принцип работы биполярного транзистора с изолированным затвором (IGBT).

Дисциплина «Спецглавы радиоэлектроники»

1. Раскройте природу материалов, используемых в акустоэлектронике.

2. Объясните способ генерирования и детектирования поверхностной акустической волны в акустоэлектронных устройствах.

3. Опишите конструкции акустоэлектронных линий задержки и полоснопропускающих фильтров.

4. Раскройте понятие идеального полосового фильтра. Приведите его частотную и импульсную характеристики.

5. Раскройте природу физических процессов, используемых в спин-волновой электронике.

6. Раскройте понятие групповой скорости и объясните почему для магнитостатических волн групповая скорость не совпадает с фазовой.

7. Дайте сравнительную характеристику акустических волн в твердом теле.

Дисциплина «Физическая электроника»

1. Охарактеризуйте явление термоэлектронной эмиссии и опишите влияние электрического поля на термоэлектронную эмиссию, известное как эффект Шоттки.

2. Охарактеризуйте явление автоэлектронной эмиссии.

3. Объясните принцип работы клистрона.

4. Раскройте свойство квазинейтральности плазмы.

5. Выведите координатную зависимость электрического потенциала ионов в плазме.

6. Дайте сравнительную характеристику следующих способов нанесения тонких плёнок: термический, катодное распыление, ионно-плазменное распыление.

7. Предложите модель вакуумного диода, учитывающую пространственный заряд.

8. Охарактеризуйте ВАХ газового и тлеющего разряда.

ТИПОВОЙ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ

Пример экзаменационного билета по дисциплине: Государственный экзамен по программе магистратуры

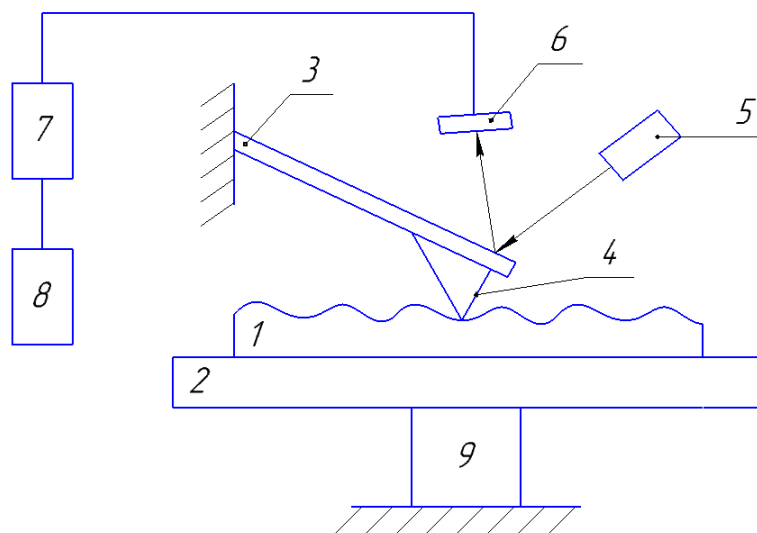
1. Охарактеризуйте систему дискретного времени, прямое и обратное Z-преобразование

2. Дайте общую характеристику вольт-фарадным (C-V) методам контроля электрофизических характеристик МДП и полупроводниковых структур.

3. Изложите использование щелевой изоляции (STI – Shallow Trench Isolation) и метода LOCOS (LOCAL Oxidation of Silicon) в микро- и наноэлектронике.

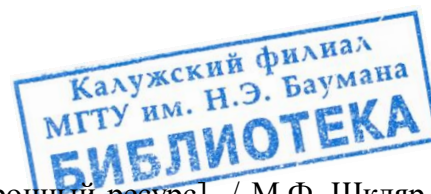
4. Раскройте природу материалов, используемых в акустоэлектронике.

5. Расшифруйте позиционные обозначения на следующей структурной схеме



6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ

Основная литература



1. Шкляр, М.Ф. Основы научных исследований [Электронный ресурс] / М.Ф. Шкляр. – 6-е изд. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. – 208 с. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450782>
2. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных [Электронный ресурс] : учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 495 с. — (Высшее образование). — Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/teoriya-planirovaniya-eksperimenta-i-analiz-statisticheskikh-dannyh-446877
3. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебник / И.А. Иванов [и др.] ; Под ред. И.А. Иванова, С.В. Урушева. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 356 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113911>.
4. Ушаков, Д.М. Введение в математические основы САПР. [Электронный ресурс]: курс лекций / Д.М. Ушаков. — М.: ДМК Пресс, 2011. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1311>
5. Драч В.Е. Разработка управляющих программ для микроконтроллеров [Электронный ресурс]: курс лекций. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. - 45 с.
6. Драч В.Е. Основы разработки программ для устройств на базе микроконтроллеров семейства AVR [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. — 103 с.
7. Рюмик, С.М. 1000 и одна микроконтроллерная схема. Вып. 2. [Электронный ресурс]: Справочник / С.М. Рюмик. — М. : ДМК Пресс, 2011. — 398 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/63179>
8. Рудинский, И.Д. Технология проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Д. Рудинский.

- Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111096>.
9. Ермуратский, П. В. Электротехника и электроника. [Электронный ресурс]: учебник / П.В. Ермуратский, Г.П. Лычкина, Ю.Б. Минкин. — М. : ДМК Пресс, 2011. — 417 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/908>
10. Рыбальченко, М. В. Архитектура информационных систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / М. В. Рыбальченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 91 с. — Режим доступа: <https://biblio-online.ru/bcode/437686> .

Дополнительная литература

11. Лобанов Д.А., Бражникова Е.В., Романов А.М., Казанцева Л.В. Программная эмуляция архитектуры микроконтроллеров AVR // Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 6. С. 132-136. — Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35176440>
12. Борисенко В.В. Основы программирования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Борисенко. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 323 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52206>
13. Болдырихин О.В. Гарвардская RISC-архитектура в микроконтроллерах AVR. Средства ввода-вывода, хранения и обработки цифровой и аналоговой информации в микроконтроллерах AVR для построения микропроцессорных систем управления. [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / О.В. Болдырихин — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 39 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22860>
14. Белов А.В. Программирование микроконтроллеров для начинающих и не только [Электронный ресурс]: самоучитель / А.В. Белов. — СПб.: Наука и Техника, 2016.— 352 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60657>
15. Александров Е.К. Микропроцессорные системы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.К. Александров. — СПб.: Политехника, 2016.— 936 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59491>