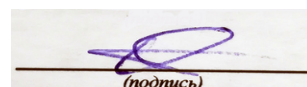


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

Базовая кафедра нанотехнологий в электронике
в ЯФ ФГБУН ФТИАН им. К. А. Валиева РАН

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета



И.С.Огнев

« 23 » мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
«Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники»

Направление подготовки
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль)
«Интегральная электроника и нанoeлектроника»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «30» марта 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от « 25 » апреля 2023 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» являются:

- изучение передовых достижений, основных направлений, тенденций, перспектив и проблем развития современной интегральной электроники с целью выработки навыков оценки новизны исследований и разработок, освоения новых методологических подходов к решению профессиональных задач в области электроники;
- формирования у магистрантов целостного представления о путях развития современной электроники и нанoeлектроники;
- формирование способности развивать профессиональный уровень, с учетом современных достижений фундаментальной и прикладной науки и тенденций развития электроники и нанoeлектроники.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» относится к базовой части общенаучного цикла дисциплин магистратуры и базируется на результатах изучения дисциплин бакалавриата. Теоретической основой данной дисциплины являются курсы классической и теоретической физики (все дисциплины курса общей физики, квантовая механика, статистическая физика, физика полупроводников, физическая электроника и др.) и в особенности «Микроэлектроника» и «Нанoeлектроника» из вариативной части дисциплин бакалавриата. Элементы общепрофессиональных компетенций, формируемых при освоении дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники», являются значимыми для будущей профессиональной деятельности выпускника магистратуры.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Общепрофессиональные компетенции		
ПК-1 Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью	ИД_ПК-1.1. Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники.	Знать: <ul style="list-style-type: none">• передовые достижения, основные направления, тенденции, перспективы и проблемы развития современной электроники;• передовой отечественный и зарубежный опыт а также научные и технологические достижения в области электроники, микро- и нанoeлектроники;• тенденции развития электронной техники и технологии.
	ИД ПК-1.2.	Уметь:

обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.	Осуществляет расчет предельно-допустимых и предельных режимов работы изделий микро- и нанoeлектроники.	<ul style="list-style-type: none"> • использовать методологические подходы к решению профессиональных задач в области электроники; • оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований; • предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и нанoeлектроники.
	ИД_ПК-1.3. Демонстрирует умение выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники.	Владеть: <ul style="list-style-type: none"> • навыками оценки новизны и перспектив возможного применения результатов исследований и разработок в области электроники и нанoeлектроники; • навыками методологического анализа новых подходов к решению профессиональных задач в области электроники.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, **108** академических часов.

Структура дисциплины

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ (при наличии))
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Современное состояние, области применения и перспективы развития электроники в развитых странах мира	3	3	4		1		10	Задания для самостоятельной работы ЭУК в LMS Moodle Защита реферата на практических занятиях
2	Материаловедческие проблемы современной электроники	3	7	8		2		13	Задания для самостоятельной работы ЭУК в LMS Moodle Защита реферата на практических зпнятиях

3	Современные технологии и инструменты микро- и нанoeлектроники	3	7	5		2		10	Задания для самостоятельной работы ЭУК в LMS Moodle Защита реферата на практических зпнятиях
						2	0,5	33,5	Экзамен
	Всего		17	17		7	0,5	66,5	

Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Современное состояние, области применения и перспективы развития электроники в развитых странах мира	Введение. Состояние и перспективы развития мировой и российской электронной промышленности. Тенденции к объединению усилий по разработке новых технических направлений. Состояние электронной промышленности России: технология, специалисты, рынки сбыта. Отечественные производители электронных компонентов, оборудования и материалов Опыт электронной индустрии мира. Разделение мирового рынка полупроводников и его характеристики
2.	Материаловедческие проблемы современной электроники	Основные материалы полупроводникового производства: кремний, арсенид галлия, кварцевое стекло, графит, карбид кремния. Кремний – основной материал современной интегральной электроники. Фоторезисты, фотомаски, мишени, жидкие и газообразные реактивы, технологические среды. Химическая чистота материалов. Производство монокристаллов кремния больших диаметров с минимальным количеством дефектов и монокристаллов арсенида галлия.
3	Современные технологии и инструменты микро- и нанoeлектроники	Микроэлектроника. Становление нанoeлектроники, новые решения и возможности. Развитие молекулярно-лучевой эпитаксии, ионной имплантации и синтеза, методов микролитографии (включая рентгеновскую, ионную, электронную литографию). Сканирующая туннельная микроскопия. Атомная силовая микроскопия. Реализация новых типов транзисторов и электронных функциональных устройств. Возможности нанотехнологий. Реализация новых типов приборов и электронных функциональных устройств. Молекулярно-лучевая эпитаксия: синтез гетеро - эпитаксиальных слоев полупроводниковых соединений. Технология ионных пучков –имплантация и FIB. Совоременные литографические методы (электронная, экстремального ультрафиолета (EUV, DUV), иммерсионная, рентгеновская, ионная). Современные методы диагностики и контроля в микро- и нанoeлектронике.

4.3 Примерные темы рефератов для обсуждения на практических занятиях

1. Международный план (дорожная карта) по развитию полупроводниковой технологии (*International Technology Roadmap for Semiconductors, ITRS* <http://www.itrs2.net>)
2. Современные средства автоматизированного схемотехнического, топологического и функционального проектирования и моделирования в микро- и нанoeлектронике
3. Современные литографические методы, используемые в промышленности. Мировые лидеры в производстве литографического оборудования.
4. От оптического транзистора к оптическому чипу
5. Современное микроэлектронное производство.
6. Нелитографические методы формирования наноструктур.
7. Достижения и перспективы солнечной энергетики.
8. Процессы кристаллизации при нанесении слоев и росте кристаллов. Современные методы эпитаксии (MBE) и нанесения атомных слоев (ALD)
9. Квантоворазмерные структуры в нанoeлектронике, в том числе и приборы одноэлектроники.
10. Углеродные нанотрубки. Полевые транзисторы на квантовых проволоках.
11. Многослойные структуры в оптоэлектронике. Гетероструктуры. Сверхрешетки.
12. Лазеры на квантовых точках.
13. Приборы на спиновых эффектах. Спинтроника в логических устройствах, устройствах памяти и приборах небулевой архитектуры.
14. Графен и «графеноподобные» двумерные материалы и структуры. Свойства и перспективы применения в электронике
15. Интегральная технология в СВЧ электронике
16. МЭМС и НЭМС. Основные направления развития, современное состояние и перспективы.
17. Особенности современных аналитических методов и методов контроля в микроэлектронике. Физико-химические исследования и функциональный контроль.
18. Приборы ночного видения. Материалы, технология, конструкции.
19. Оптоэлектронные приборы на основе органических (полимерных) материалов: светодиоды (OLED), фоточувствительные приборы и солнечные элементы. «Гибкая» электроника».
20. Программное обеспечение для работы с изображениями, полученными на сканирующих и/или просвечивающих электронных микроскопах (например Avizo и Amira фирмы FEI)
21. Приборы и устройства современной функциональной электроники.
22. Квантовый эффект Холла
23. Будущее КМОП технологии. Закон Мура или технологический прорыв?
24. Проблема метрологии в современной нанотехнологии.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные

особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

Консультации – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Физика полупроводников и низкоразмерных систем» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены тексты конспектов лекций в виде презентаций по всем темам дисциплины;
- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины

6. **Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются: для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- графический редактор Inkscape (Freeware);
- графический редактор GIMP (Freeware);
- Adobe Acrobat Reader;

7. **Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются: Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература

- 1.1. Шелованова, Г. Н. Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники [Электронный ресурс]: курс лекций/ Г. Н. Шелованова. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 220 с. - <http://www.novsu.ru/file/1056143>.
- 1.2. Юзова, В. А. Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники [Электронный ресурс] : лаб. практикум / В. А. Юзова, Г. Н. Шелованова. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 121 с. - http://files.lib.sfukras.ru/ebibl/umkd/1524/u_lab.pdf.
- 1.3. Глущенко А.Г. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие [Электронный ресурс] / А.Г. Глущенко, Е.П. Глущенко. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 269 с. <http://www.iprbookshop.ru/75388.html>

б) дополнительная литература

- 2.1. Нанотехнологии в электронике. Выпуск 2 [Электронный ресурс] / Е.А. Артамонова [и др.]. — М. : Техносфера, 2013. — 688 с. <http://www.iprbookshop.ru/32025.html>
- 2.2. Нанотехнологии в электронике-3.1 [Электронный ресурс] / И.И. Амиров [и др.]. — М. : Техносфера, 2016. — 480 с. <http://www.iprbookshop.ru/58864.html>
- 2.3. Федоренко В.Ф. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе[Электронный ресурс] / В.Ф. Федоренко. — М. : Росинформагротех, 2007. — 96 <http://www.iprbookshop.ru/15743.html>
- 2.4. Нанотехнологии и специальные материалы : учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]/ Ю.П. Солнцев [и др.]. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 336 с. <http://www.iprbookshop.ru/67351.html>
- 2.5. Евстифеев Е.Н. Полимерные наноконпозиционные материалы : учебное пособие [Электронный ресурс] / Е.Н. Евстифеев, А.А. Кужаров. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 218 с. <http://www.iprbookshop.ru/72810.html>

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- лабораторное оборудование Центра коллективного пользования «Диагностика микро и наноструктур»
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Доцент базовой кафедры нанотехнологий в электронике

в ЯФ ФГБУН ФТИАН им. К. А. Валиева РАН, к.ф.-м.н. _____ А.Б.Чурилов
(подпись)

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей
аттестации**

При проведении лекций, практических занятий и подготовке к защите рефератов используются материалы из пособий основной и дополнительной литературы и ресурсы сети «Internet».

1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

1. Материалы электроники. Идеальные и реальные кристаллы и поверхности. Влияние внешних факторов на свойства поверхности.
2. Принципиальные ограничения для традиционного подхода к управлению свойствами полупроводникового материала в нанотехнологии.
3. Понятие атомного кластера Что является движущей силой в образовании кластера? Современные методы получения и исследования структур с атомными кластерами.
4. Полупроводниковая сверхрешетка. Возможности эпитаксии в формировании структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки. Механические напряжения в гетероструктурах и их применение в приборах современной электроники
5. Нанотехнологии. Понятие эффекта размерного квантования. Принцип квантования и условия наблюдения квантоворазмерных эффектов.
6. Структуры с двумерным электронным газом. Структуры с одномерным электронным газом. Структуры с нульмерным электронным газом. Плотность состояний.
7. Квантовое ограничение. Интерференционные эффекты. Туннелирование.
8. Низкоразмерные кремниевые среды. Актуальность использования низкоразмерного кремния в производстве изделий микро- и нанoeлектроники. Физические принципы создания низкоразмерного кремния.
9. Условия формирования каналов в кремнии *n*-типа проводимости. Условия формирования наноканалов в кремнии *p*-типа проводимости. Электрохимические реакции в системе «кремний – электролит».
10. Вольтамперные характеристики при формировании низкоразмерного кремния. Структурные модификации пористого кремния. Основные свойства и применения.
11. Технология тонких пленок и многослойных структур. Введение. Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок. Жидкофазная эпитаксия.
12. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Установка МЛЭ.
13. Эффект размерного квантования и квантовые точки. Изготовление структур с квантовыми точками. Методы определения СКТ.

14. Лазеры на самоорганизованных квантовых точках.
15. Многослойные структуры и наноструктуры. Многослойное осаждение посредством магнетронного распыления.
16. Поверхностные наноструктуры и метод МЛЭ. Получение поверхностных структур МОС-гидридной технологией.
17. Химическая сборка поверхностных наноструктур. Углеродные нанотрубки.
18. Низкоразмерные структуры на основе кремния. Применение низкоразмерного кремния в технологии изготовления транзисторов и интегральных схем.

1.3 Проведение итоговой аттестации

По дисциплине планируется итоговый экзамен. Итоговая экзаменационная оценка формируется по итогам текущей работы в семестре а также выступления на практических занятиях с представлением реферата выполненного в рамках самостоятельной работы.

Список вопросов для проведения итоговой аттестации (экзамена)

1. Общая характеристика состояния современной электроники и нанoeлектроники и перспектив развития электронной техники.
2. Поверхность. Основные свойства поверхности. Поверхностный потенциал. Поверхностные состояния. Роль и влияние поверхности на процессы микро- и нанотехнологии.
3. Микрокластеры. Методы получения и применения структур с атомными кластерами. Влияние рассогласования параметров кристаллической решетки на свойства границы раздела. Напряженные полупроводниковые структуры, их свойства и применение.
4. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии. Молекулярно-пучковая и газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Атомно-слоевое осаждение.
5. Современные литографические методы и их применение производстве. Ультрафиолетовая литография. Иммерсионная литография. Электронно-лучевая и рентгеновская литография. Мировые лидеры в производстве литографического оборудования.
6. Безмасочные методы высокого разрешения и их использование в нанотехнологии. Использование электронного и ионного пучков в микротехнологии для формирования рисунка.
7. Квантовые основы наноинженерии. Размерное квантование и квантовые ограничения.
8. Интерференционные эффекты. Туннелирование. Устройства на основе квантовых эффектов.
9. Эффекты пониженной размерности в структурах на основе кремния и возможности их использования в изделиях микро и наноэлектроники. Методы формирования структур пониженной размерности на основе кремния.
10. Пористый кремний и его структурные модификации. Методы управления морфологией пористого кремния. Применение пористого кремния в микротехнологии.
11. Технология тонких пленок и эпитаксиальных структур. Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок. Жидкофазная эпитаксия. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Молекулярно-пучковая эпитаксия.
12. Размерное квантование. Квантовые точки. Изготовление гетероструктур с квантовыми точками. Лазеры на квантовых точках. Сверхрешетки.
13. Многослойные наноструктуры и методы их формирования. Магнетронное распыление. Электролитическое осаждение. Поверхностные наноструктуры и эпитаксиальные методы их формирования.

14. Химическая сборка поверхностных наноструктур. Низкоразмерные структуры на основе пористого кремния. Низкоразмерные структуры на основе углерода. Графен и графеноподобные материалы, свойства и перспективы применения в электронике
15. Современная оптоэлектроника и перспективы ее развития. Полупроводниковые лазеры. Нанолазеры. Светоизлучающие диоды. Оптоволоконные кабели.
16. Приборы ночного видения. Материалы, технология, конструкции.
17. Температурная и радиационная стойкость изделий микроэлектроники. Механизмы теплопередачи и способы теплоотвода. Кривоэлектроника. Влияние радиации на параметры электронных устройств.
18. Модификация поверхности микрочастиц методом спонтанных реакций водорода и кислорода в нанопузырях и перспективы использования.
19. Структуры «кремний-на-изоляторе» и их преимущества. Технологии изготовления структур КНИ. Структуры КНС, их преимущества и перспективы применения. Преимущества и перспективы карбидокремниевой электроники.
20. Карбид кремния - материал для экстремальной электроники. Возможности углерода в решении задач экстремальной электроники. Структуры и приборы экстремальной электроники
21. Современная оптоэлектроника. Оптоэлектронные приборы на основе органических (полимерных) материалов: светодиоды (OLED), фоточувствительные приборы и солнечные элементы. «Гибкая» электроника.
22. Достижения и перспективы солнечной энергетики.
23. Современное микроэлектронное производство. Особенности современных аналитических методов и методов контроля в микроэлектронике. Физико-химические исследования и функциональный контроль. Проблема метрологии в современной нанотехнологии.

Правила выставления оценки на экзамене.

В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса. На подготовку к ответу дается не менее 1 часа.

По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Оценка «Отлично» выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала и понятийным аппаратом физики полупроводников; осуществляет межпредметные связи; умеет связывать теорию с практикой. Студент дает развернутые, полные и четкие ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, соблюдает логическую последовательность при изложении материала. Грамотно использует терминологию физики полупроводников и физики конденсированного состояния

Оценка «Хорошо» выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствуют указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, который дает недостаточно полные и последовательные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при этом демонстрирует умение выделить существенные и несущественные признаки и установить причинно-следственные связи. Ответы излагаются в терминах физики полупроводников, но при этом допускаются ошибки в определении и раскрытии некоторых основных понятий, формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, не устанавливает межпредметные связи; допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; дает неполные ответы, логика и последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

Допускается возможность один раз поменять экзаменационный билет, но при этом итоговая оценка автоматически снижается на один балл.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы. В ходе лекций обучающимся рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала;
- обращать внимание на определения понятий, формулировки законов и их математическое выражение, положения, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений.

Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой. В случаях пропуска занятия студенту необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций. Следует помнить, что лекционный конспект является не материалом для подготовки, а скорее развернутым планом для дальнейшей самостоятельной проработки материала

Практические занятия – это одна из активных форм учебного процесса. Большая часть тем дисциплины носит практический характер, т.е. предполагает решение задач, анализ практических ситуаций. При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо освоить теоретическую основу по теме практического занятия, быть готовым к дискуссионному обсуждению.

Индивидуальное домашнее задание или контрольная работа представляют собой изложение в письменном виде результатов теоретического анализа или решение задачи по определенной теме. При необходимости проводятся консультации по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы и проведения расчетов, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде проверки выполнения заданий для внеаудиторного решения и контрольной работы.

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать учебную литературу, в особенности позиции 2-4 из списка дополнительной литературы

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»

(http://www.lib.uniya.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.