

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра микро- и наноэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

директор института технологий и
инженерной механики


Могильная Е.П.
« 18 » 04 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ В ОБЛАСТИ
НАНОТЕХНОЛОГИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ
ЭЛЕКТРОНИКИ»**

По направлению подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Магистерская программа «Электронные микроволновые и квантовые
приборы и устройства»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «История и методология науки и техники в области нанотехнологии и актуальные проблемы современной электроники» по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и микроэлектроника. – 28 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «История и методология науки и техники в области нанотехнологии и актуальные проблемы современной электроники» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и микроэлектроника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.09.2017 года № 959.

СОСТАВИТЕЛИ:

к.т.н., доцент Войтенко Г.О.;

к.т.н., доцент Войтенко В.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры микро- и микроэлектроники «14» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

микро- и микроэлектроники  Войтенко В. А.

Переутверждена: « » 202 г., протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической

комиссии института технологий и инженерной механики  С. Н. Ясуник

© Войтенко Г.О., Войтенко В.А., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель дисциплины – изучение исторического процесса открытия новых физических явлений, формирования теорий и законов, появления основополагающих идей и технических решений, основных этапов развития электроники, микроэлектроники и наноэлектроники.

Задачи: ознакомить с основными этапами развития нанотехнологии и наноэлектроники; определить роль для микро- и наноэлектроники новых физических явлений, появления новых идей и технических решений в смежных областях науки и техники; ознакомить с методологией научного исследования в области нанотехнологии; владеть навыками использования научных знаний в области микро- и наноэлектроники для получения нового знания.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к условиям освоения содержания дисциплины

Дисциплина «История и методология науки и техники в области нанотехнологии и актуальные проблемы современной электроники» относится к циклу профессиональных дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания математики и информатики, электронных приборов и устройств, теории электронных цепей и сигналов, основ научных исследований.

Содержание дисциплины основано на знаниях дисциплин «Основы научных исследований», «Философские проблемы научного познания» и необходима для проведения студентами научно-исследовательской работы и подготовки магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1. Знает тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники. ОПК-1.2. Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности. ОПК-1.3. Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в	Знать: тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, историю развития вакуумной и газоразрядной, полупроводниковой электроники, микро- и наноэлектроники, методологию микроэлектроники и перспективы ее развития; проблемы микро- и наноминиатюризации изделий электроники, проблемы создания новых

	<p>профессиональной сфере деятельности.</p>	<p>материалов, сложности промышленного применения устройств сверхпроводящей электроники, тенденции развития оптоэлектроники; современные методы и средства получения и изучения наноразмерных структур, полупроводниковые лазеры, электронные сенсоры;</p> <p>Уметь: использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в области электроники и нанoeлектроники, объяснять влияние науки на развитие техники и технологии; анализировать перспективные методы и технологии микро- и нанoeлектроники;</p> <p>Владеть: передовым отечественным и зарубежным опытом в области электроники сверхвысоких частот и оптоэлектроники, навыками анализа накопленного опыта в области нанотехнологии и анализа возможностей современной электроники; навыками выбора методов и средств для решения проблем современной электроники; навыками применения методик исследования с использованием полупроводниковых лазеров; навыками подготовки коллективных докладов; навыками выбора методов и средств проектирования устройств микро- и нанoeлектроники; навыками обработки данных и представления результатов экспериментальных исследований; навыками подготовки научных публикаций; литературных и патентных источников.</p>
--	---	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	216 (6 зач. ед)	-
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	84	-
Лекции	42	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	42	-
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	132	-
Форма аттестации	зачет	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 1

Тема 1. Возникновение и развитие вакуумной и газоразрядной электроники.

История развития электроники. История развития вакуумной и газоразрядной электроники. История развития полупроводниковой электроники.

Тема 2. История и методология микроэлектроники.

Появление микроэлектроники. Развитие технологии микроэлектроники. Новый период развития электроники.

Тема 3. Этапы развития теории твердого тела.

Общие сведения о зонной структуре твердых тел. Упрощенная модель зонной структуры собственных и примесных полупроводников. Зонная структура некоторых полупроводников

Тема 4. История и методология выращивания монокристаллов.

Общие сведения о выращивании кристаллов полупроводников. Метод Бриджмена. Метод зонной плавки. Метод Чохральского. Метод Степанова.

Тема 5. История и методология безтигельных и эпитаксиальные методы роста монокристаллов.

Метод Вернейля. Рост кристалла из пьедестала. Эпитаксиальный рост из парообразной фазы. Метод жидкофазной эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия.

Тема 6. Основные направления развития современной электроники.

Микро- и наноминиатюризация электронной аппаратуры. Основные материалы, применяемые в планарных технологиях микроэлектроники. Технологии на основе кремния, германия и соединений $A^{III}B^V$.

Семестр 2

Тема 7. Перспективные применения новых материалы для электроники.

Влияние зонной структуры на свойства монокристаллов полупроводников. Узкозонные полупроводники. Широкозонные полупроводники.

Тема 8. История получения полупроводниковых материалов в космосе.

Особенности получения полупроводниковых материалов в космосе. Кристаллизация полупроводниковых материалов на станции «Скайлеб». Эксперименты роста кристаллов по программе «Аполлон» – «Союз». Модель влияния сил инерции и гравитации на неоднородность компонентов в монокристаллах полупроводников.

Тема 9. Методология изучения наноразмерных структур.

Общая характеристика современных методов наблюдения микрообъектов. Оптическая микроскопия. Электронная микроскопия. Растровая атомно-силовая микроскопия. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ).

Тема 10. История развития нанотехнологий.

Общая характеристика нанонауки, наночастиц и методов их получения. Углеродные наноструктуры. Нанoeлектроника. Нанобиотехнологии.

Тема 11. Перспективы развития микроэлектроники.

Эволюция микроэлектронных приборов. Технологии микроэлектроники для нанoeлектроники. Физические пределы.

Тема 12. Перспективные технологии микроэлектроники.

Сверхпроводящая электроника. Спинтроника. Молекулярная электроника. Биоэлектроника.

Семестр 3

Тема 13. Перспективы развития оптоэлектроники.

Тенденции развития оптоэлектроники. Полупроводниковые лазеры на гетероструктурах и квантовых ямах. Лазеры на квантовых точках. Солнечная электроника.

Тема 14. Перспективы развития устройств на интеллектуальных материалах.

Общие сведения об интеллектуальных структурах. Требования к датчикам в интеллектуальных структурах. Сплавы с памятью формы.

Тема 15. Перспективы получения полупроводников в особых условиях.

Условия получения полупроводниковых материалов в невесомости. Процессы кристаллизации полупроводниковых материалов в невесомости. Перспективные технологии роста кристаллов в условиях пониженной гравитации. Перспективы технологии роста кристаллов в условиях пониженной инерции.

Тема 16. Методология современной электроники.

Практическая реализация электронной аппаратуры. Методы и материалы планарной технологии микроэлектроники. Методология современных полупроводниковых технологий.

Тема 17. Перспективы развития сенсорных устройств.

Общие сведения. Параметры сенсоров. Материалы с памятью.

4.3. Лекции

п/п	№	Название темы	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
		Семестр 1		
1		Возникновение и развитие вакуумной и газоразрядной электроники	2	-
2		История и методология микроэлектроники	2	-
3		Этапы развития теории твердого тела	2	-
4		История и методология выращивания монокристаллов	2	-
5		История и методология безтигельных и эпитаксиальные методы роста монокристаллов	2	-
6		Основные направления развития современной электроники	2	-
		Семестр 2		
7		Перспективные применения новых материалы для электроники	2	-
8		История получения полупроводниковых материалов в космосе	2	-
9		Методология изучения наноразмерных структур	2	-

10	История развития нанотехнологий	2	-
11	Перспективы развития микроэлектроники	2	-
12	Перспективные технологии микроэлектроники	2	-
	Семестр 3		
13	Перспективы развития оптоэлектроники	2	-
14	Перспективы развития устройств на интеллектуальных материалах	4	-
15	Перспективы получения полупроводников в особых условиях	4	-
16	Методология современной электроники	4	-
17	Перспективы развития сенсорных устройств	4	-
Итого:		42	-

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Семестр 1		
1	История науки	2	-
2	Методология науки	2	-
3	Научные представления древнейших цивилизаций	2	-
4	История науки и техники государств древнего востока	2	-
5	Наука и техника античного мира	2	-
6	Наука и техника древнего Рима	2	-
	Семестр 2		
7	Научная и техническая мысль средневековья	2	-
8	Научная и техническая мысль эпохи возрождения	2	-
9	Основные понятия и характеристики электронной техники	2	-
10	Методология линейных резистивных схем	2	-
11	Метод узловых напряжений	2	-
12	Матричный метод	2	-
	Семестр 3		
13	Формализация систем с двумя сторонами	2	-
14	Математические методы в теории электрических цепей	2	-
15	Графо-аналитические методы	2	-
16	Методы численного решения уравнений в электронике	4	-
17	Схемотехника с многополюсными компонентами	4	-
18	Метод сигнальных графов	4	-
Итого:		42	-

4.5. Лабораторные работы

Не предусмотрены учебным планом.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
	Семестр 1			
1		Подготовка к тестированию	4	-

	Достижения современной электроники, ее роль в развитии общества.	Подготовка к практическим занятиям.	3	-
2	История экспериментальных исследований в области электричества и магнетизма.	Подготовка к тестированию	4	-
		Подготовка к практическим занятиям.	3	-
3	Возникновение классической электродинамики.	Подготовка к тестированию	4	-
		Подготовка к практическим занятиям.	3	-
4	Появление и развитие вакуумной электроники.	Подготовка к тестированию	4	-
		Подготовка к практическим занятиям.	4	-
5	Появление и развитие газоразрядной электроники	Подготовка к тестированию	4	-
		Подготовка к практическим занятиям.	3	-
6	История развития вакуумной электроники в СССР	Подготовка к тестированию	4	-
		Подготовка к практическим занятиям.	4	-
	Семестр 2			-
7	Возникновение и развитие идей атомной и квантовой физики.	Подготовка к тестированию	4	-
		Подготовка к практическим занятиям.	3	-
8	Изобретение радиосвязи. А.С. Попов, Г. Маркони	Подготовка к тестированию	4	-
		Подготовка к практическим занятиям.	4	-
9	Появление и развитие физики твердого тела и квантовой физики твердого тела.	Подготовка к тестированию	4	-
		Подготовка к практическим занятиям.	2	-
10	Вклад российских ученых в развитие физики твердого тела	Подготовка к тестированию	2	-
		Подготовка к практическим занятиям.	3	-
11	История развития твердотельной электроники и микроэлектроники: создание биполярного и полевого транзистора	Подготовка к тестированию	2	-
		Подготовка к практическим занятиям.	2	-
12	Появление и развитие интегральной электроники; развитие технологии производства дискретных полупроводниковых приборов и ИМС	Подготовка к тестированию	2	-
		Подготовка к практическим занятиям.	2	-
	Семестр 3			-
13	Микроэлектроника в СССР и России	Подготовка к тестированию	2	-
		Подготовка к практическим занятиям.	2	-
14		Подготовка к тестированию	2	-

	Зарождение теоретических основ оптической и квантовой электроники. Работы А. Эйнштейна, А.Г. Столетова, П. Дирака, В.А. Фабриканта, А.М. Прохорова, Н.Г. Басова	Подготовка к практическим занятиям.	2	-
15	Практическая реализация идей квантовой электроники. Создание первого молекулярного квантового генератора. Создание лазеров.	Подготовка к тестированию	2	-
		Подготовка к практическим занятиям.	3	-
16	История исследования гетероструктур и разработки приборов на их основе	Подготовка к тестированию	2	-
		Подготовка к практическим занятиям.	2	-
17	Предпосылки зарождения нанотехнологий и направления их развития.	Подготовка к тестированию	2	-
		Подготовка к практическим занятиям.	2	-
18	История развития методов нанодиагностики и зондовых нанотехнологий	Подготовка к тестированию	2	-
		Подготовка к практическим занятиям.	3	-
19	Работы российских ученых в области создания наноструктур и наноэлектроники.	Подготовка к тестированию	2	-
		Подготовка к практическим занятиям.	3	-
20	История открытия сверхпроводимости и высокотемпературной сверхпроводимости	Подготовка к тестированию	2	-
		Подготовка к практическим занятиям.	3	-
21	Высокотемпературные сверхпроводники и перспективы их использования в электронике	Подготовка к тестированию	2	-
		Подготовка к практическим занятиям.	3	-
22	История открытия фуллеренов. Возможности применения фуллеренов и их производных в изделиях электроники	Подготовка к тестированию	2	-
		Подготовка к практическим занятиям.	3	-
23	Открытие и исследование углеродных нанотрубок. Получение, структура, свойства нанотрубок и перспективы их использования в электронике	Подготовка к тестированию	2	-
		Подготовка к практическим занятиям.	2	-
24	Графен: история получения и перспективы применения в электронных приборах	Подготовка к тестированию	2	-
		Подготовка к практическим занятиям.	2	-
Итого:			108	-

4.7. Курсовые работы/проекты

Не предусмотрены учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования;

технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- вопросы к практическим занятиям;
- контрольные вопросы к лекциям;
- тесты;
- вопросы к зачету.

Фонды оценочных средств, включающие вопросы для обсуждения (в виде докладов и сообщений), контрольные вопросы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме зачета. Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Обучающийся глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30 % ошибок в излагаемых ответах.	
Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы	не зачтено

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Порсев Е.Г. Организация и планирование экспериментов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Порсев Е.Г. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. - 155 с. - ISBN 978-5-7782-1461-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778214613.html>

2. Малашевич Б.М. Очерки истории российской электроники. Выпуск 5. 50 лет отечественной микроэлектронике. Краткие основы и история развития [Электронный ресурс] / Малашевич Б.М. - М. : Техносфера, 2013. - 800 с. - ISBN 978-5-94836-346-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363462.html>

б) Дополнительная литература:

1. Келсалл Р. Научные основы нанотехнологий и новые приборы [Электронный ресурс]: Учебник-монография / Под ред. Келсалл Р. - Долгопрудный:Интеллект, 2011. - 528 с. ISBN 978-5-91559-048-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/3193582>.

2. Зевайль А. Трехмерная электронная микроскопия в реальном времени: Учебное пособие / А. Зевайль, Д. Томас; Пер. с англ. А.В. Сухова. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 328 с.: ил.; 60x90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91559-102-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/438915>

3. Мартин-Пальма Рауль Х. Нанотехнологии - ударный вводный курс [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Р.Х. Мартин-Пальма, А. Лахтакия; Пер. с англ. Е.Г. Заболоцкой, А.В. Заболоцкого. - Долгопрудный: Интеллект, 2014. - 208 с.: 60x90 1/16. (обложка) ISBN 978-5-91559-146-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/468199>

4. Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика [Электронный ресурс] : Сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции 2014 г. № 3 часть 4 (8-4). - Воронеж: ВГЛТА, 2014. - 499 с. - Режим доступа: <http://www.znanium.com>

в) Методические рекомендации/указания:

1. Методические рекомендации к самостоятельной работе по дисциплине «История и методология науки и техники в области нанотехнологии и актуальные проблемы современной электроники» / Сост.: Войтенко В.А. – Луганск: Изд-во ГОУВПО ЛНР «Луганский национальный университет им. В.Даля», 2018. – 20 с.

2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «История и методология науки и техники в области нанотехнологии и актуальные проблемы современной электроники» / Сост.: Войтенко В.А., Войтенко Г.О. – Луганск: Изд-во ГОУВПО ЛНР «Луганский национальный университет им. В.Даля», 2018. – 24 с.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики –

<https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Далевский педагогический портал – <http://ped.dahluniver.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Университетская библиотека On-line – <http://www.biblioclub.ru>

Научная электронная библиотека eLIBRARY – <http://elibrary.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

Научные журналы

"GNU Scientific Library" (GSL - библиотека для научных вычислений проекта GNU): <http://www.gnu.org/software/gsl>.

Система схемотехнического моделирования LTSpice IV. Краткое руководство: <http://zpostbox.ru/ltspice.html>.

Электронные компоненты: <http://www.elitan.ru/>.

Навигатор по профессиональным электронным ресурсам – http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/nav_ei.htm

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные и практические занятия проводятся с использованием комплекта электронных презентаций в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Рабочие места преподавателя и студентов в учебной лаборатории оснащены компьютерами с доступом в Интернет, предназначенными для работы в компьютерных программах и средах.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice

Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«История и методология науки и техники в области нанотехнологии и актуальные проблемы современной электроники»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)

1	ОПК-1	Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1. ОПК-1.2. ОПК-1.3.	Тема 1 Возникновение и развитие вакуумной и газоразрядной электроники	1
				Тема 2 История и методология микроэлектроники	1
				Тема 3 Этапы развития теории твердого тела	1
				Тема 4 История и методология выращивания монокристаллов	1
				Тема 5 История и методология безтигельных и эпитаксиальных методов роста монокристаллов	1
				Тема 6 Основные направления развития современной электроники	1
				Тема 7 Перспективные применения новых материалов для электроники	2
				Тема 8 История получения полупроводниковых материалов в космосе	2
				Тема 9 Методология изучения наноразмерных структур	2
				Тема 10 История развития нанотехнологий	2
				Тема 11 Перспективы развития микроэлектроники	2

				Тема 12 Перспективные технологии микроэлектроники	2
				Тема 13 Перспективы развития оптоэлектроники	3
				Тема 14 Перспективы развития устройств на интеллектуальных материалах	3
				Тема 15 Перспективы получения полупроводников в особых условиях	3
				Тема 16 Методология современной электроники	3
				Тема 17 Перспективы развития сенсорных устройств	3

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-1	ОПК-1.1. ОПК-1.2. ОПК-1.3.	Знать: тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, историю развития вакуумной и газоразрядной, полупроводниковой	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9,	Вопросы к практическим занятиям, контрольные вопросы к лекциям, тесты, вопросы к зачету

			<p>электроники, микро- и наноэлектроники, методологию микроэлектроники и перспективы ее развития; проблемы микро- и наноминиатюризации и изделий электроники, проблемы создания новых материалов, сложности промышленного применения устройств сверхпроводящей электроники, тенденции развития оптоэлектроники; современные методы и средства получения и изучения наноразмерных структур, полупроводниковые лазеры, электронные сенсоры;</p> <p>Уметь:</p> <p>использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в области электроники и наноэлектроники, объяснять влияние науки на развитие техники и технологии; анализировать перспективные методы и технологии микро- и наноэлектроники;</p> <p>Владеть: передовым отечественным и зарубежным опытом в области электроники сверхвысоких частот и</p>	<p>Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14, Тема 15, Тема 16, Тема 17, Практическое занятие 1</p>	
--	--	--	--	---	--

			<p>оптоэлектроники, навыками анализа накопленного опыта в области нанотехнологии и анализа возможностей современной электроники; навыками выбора методов и средств для решения проблем современной электроники; навыками применения методик исследования с использованием полупроводниковых лазеров; навыками подготовки коллективных докладов; навыками выбора методов и средств проектирования устройств микро- и нанoeлектроники; навыками обработки данных и представления результатов экспериментальных исследований; навыками подготовки научных публикаций; литературных и патентных источников.</p>		
--	--	--	---	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «История и методология науки и техники в области нанотехнологии и актуальные проблемы современной электроники»

Вопросы к практическим занятиям:

1. Техногенная цивилизация: проблемы и перспективы.
2. Нанодиагностика.
3. Наноинженерия.

4. Промежуточные полуфабрикаты нанотехнологий.
5. Нанохимия.
6. Достижения современной электроники, ее роль в развитии общества
7. История экспериментальных исследований в области электричества и магнетизма
8. Возникновение классической электродинамики
9. Появление и развитие вакуумной электроники.
10. Появление и развитие газоразрядной электроники
11. История развития вакуумной электроники в СССР
12. Изобретение радиосвязи. А.С. Попов, Г. Маркони
13. Возникновение и развитие идей атомной и квантовой физики.
14. Появление и развитие физики твердого тела и квантовой физики твердого тела.
15. История развития твердотельной электроники и микроэлектроники: создание биполярного и полевого транзистора
16. Появление и развитие интегральной электроники; развитие технологии производства дискретных полупроводниковых приборов и ИМС.
17. Зарождение теоретических основ оптической и квантовой электроники. Работы А. Эйнштейна, А.Г. Столетова, П. Дирака, В.А. Фабриканта, А.М. Прохорова, Н.Г. Басова
18. Создание первого молекулярного квантового генератора.
19. Создание лазеров.
20. История исследования гетероструктур и разработки приборов на их основе.
21. Предпосылки зарождения нанотехнологий и направления их развития.
22. История развития методов нанодиагностики и зондовых нанотехнологий.
23. История открытия сверхпроводимости и высокотемпературной сверхпроводимости.
- 24.21. Высокотемпературные сверхпроводники и перспективы их использования в электронике.
25. История открытия фуллеренов. Возможности применения фуллеренов и их производных в изделиях электроники
26. Открытие и исследование углеродных нанотрубок.
27. Получение, структура, свойства нанотрубок и перспективы их использования в электронике.
28. Графен: история получения и перспективы применения в электронных приборах.
29. Нанотрубки для топливных элементов.
30. Конденсированные и композитные материалы на основе фуллеренов и нанотрубок.
31. Функциональные наноразмерные покрытия.
32. Стабильность продуктов нанотехнологий.
33. Нанотрубки в роли транзистора.
34. Фотонные транзисторы в кремниевом исполнении.
35. Нанодиоды и нанотранзисторы.
36. Биполярные гетеротранзисторы.

- 37.Сверхконденсаторы из углеродородных нанотрубок.
- 38.Нанотехнологии в строительстве.
- 39.Нанотехнологии в агропромышленном комплексе.
- 40.Нанотехнологии в медицине.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству вопросы к практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Доклад (сообщение) представлен(о) на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Доклад (сообщение) представлен(о) на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Доклад (сообщение) представлен(о) на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Доклад (сообщение) представлен(о) на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Контрольные вопросы к лекциям:

1. Каковы предпосылки возникновения электроники?
2. Перечислите основные этапы развития электроники.
3. Как происходило развитие технологии микроэлектроники?
4. Как происходило становление наноэлектроники?
5. Когда появились первые электронные лампы?
6. Когда был создан первый полупроводниковый транзистор?
7. Каковы особенности выращивания кристаллов методами направленной кристаллизации?
8. Назовите предпосылки возникновения нанотехнологий.
9. Охарактеризуйте этапы развития нанотехнологий.
10. Что представляет собой наномир с позиции законов физики?
11. Каковы особенности наноэлектроники как науки?
12. Каковы трудности в определении структуры наноматериалов?
13. Перечислите методы определения размеров наночастиц.
14. Какими методами определяют структуру поверхности материала?
15. В чем заключается суть метода просвечивающая электронная микроскопия?
16. В чем заключается суть метода ионно-полевая микроскопия?
17. В чем заключается суть метода сканирующая микроскопия?
18. Перечислите методы синтеза наноструктур и охарактеризуйте газофазный синтез.

19. В чем заключается суть метода плазмохимического синтеза?
20. В чем заключается суть химического восстановления?
21. Как протекают реакции в мицеллах, эмульсиях и дендримерах?
22. В чем заключается суть метода криохимического синтеза?
23. В чем заключается суть термического разложения и восстановления?
24. В чем заключается суть метода механосинтеза?
25. Охарактеризуйте детонационный синтез и электровзрыв.
26. Как происходит синтез высокодисперсных оксидов в жидких металлах?
27. В чем заключается суть метода самораспространяющийся высокотемпературный синтез?
28. Как происходит кристаллизация аморфных сплавов?
29. Назовите параметры квантовых точек.
30. Изложите базовую теорию кулоновской блокады.
31. В чем заключается суть термина кулоновская лестница?
32. Как влияют внешние переменные поля на квантовые кулоновские точки?
33. Какие возникают эффекты, связанные с кулоновской блокадой?
34. Как реализуют кремниевые одноэлектронные приборы?
35. Опишите особенности квантовых точек Ge в МДП-структурах.
36. Опишите особенности квантовых точек Ge в фототранзисторных структурах.
37. Каковы оптические и фотоэлектрические свойства наноразмерных структур Si-Ge?
38. Как происходит фотолюминесценция на структурах Si-Ge, полученных с помощью молекулярно-лучевой эпитаксии?
39. Назовите фундаментальные предпосылки для получения самоорганизованных Ge-Si наноструктур.
40. Как происходит формирование трехмерных островков в системе Ge-Si?
41. Каковы размеры и плотность Ge-Si островков?
42. Каковы особенности создания гетероструктур Si-Ge с помощью молекулярно-лучевой эпитаксии?
43. Назовите факторы, влияющие на процесс упорядочения островков.
44. Перечислите свойства самоорганизованных Si-Ge-наноструктур, полученных методом ионной имплантации.
45. В чем состоит механизм вязкого течения аморфного материала при наличии радиационных дефектов?
46. Как получают наноразмерные Si-Ge-структур методом термического испарения?
47. Каковы особенности получения нанокристаллических пленок кремния методом химического осаждения из газовой фазы?
48. Как получают нанокристаллы кремния с помощью электрохимического процесса?
49. Каков механизм образования собственных нанокристаллов в монокристаллическом кремнии?
50. Как получают нанокристаллы кремния в матрице аморфного кремния?
51. Каковы особенности получения нанокристаллов кремния через образование пористого кремния?

52.Перечислите основные технологические процессы изготовления элементов микромеханики.

53.Как происходит создание структур кремний на изоляторе для формирования микро- и наносистем?

54.Каковы перспективы развития сенсорных устройств?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольные вопросы к лекциям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией)
4	Ответ представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности)
3	Ответ представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией)
2	Ответ представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов отвечать)

Тесты:

1. Основой большинства современных микромеханических изделий является:

- а) арсенид галлия;
- б) кремний;
- в) антимонид индия.

2. Принцип работы микромеханических датчиков на основе гироскопического измерительного элемента основан на действии:

- а) фототока;
- б) центробежной силы;
- в) сил электростатического взаимодействия.

3. Наиболее часто применяемые в современных сенсорах пьезоэлектрические керамики:

- а) циркониевые;
- б) титановые;
- в) полимерные.

4. Для контроля уровня деформации в углепластиках используют следующее свойство углеродных волокон:

- а) изменять сопротивление под воздействием электрического поля;
- б) изменять сопротивление под воздействием магнитного поля;

в) изменять сопротивление под воздействием механических напряжений.

5. Первый электровакуумный диод был сконструирован английским ученым Флемингом:

А) в 1904 году.

Б) в 1944 году.

В) в 1964 году.

6. Транзистор в переводе с английского языка означает:

А) преобразователь энергии.

Б) преобразователь сопротивления.

В) преобразователь емкости.

7. Первый точечный транзистор был создан:

А) в 1947 году.

Б) в 1967 году.

В) в 1987 году.

8. Впервые теория плоскостных биполярных транзисторов была опубликована Шокли:

А) в 1947-1948 гг.

Б) в 1967-1968 гг.

В) в 1987-1988 гг.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству тесты

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

1. Достижения современной электроники, ее роль в развитии общества.
2. История экспериментальных исследований в области электричества и магнетизма.
3. Возникновение классической электродинамики.
4. Появление и развитие вакуумной электроники.
5. Появление и развитие газоразрядной электроники.
6. История развития вакуумной электроники в СССР.
7. Изобретение радиосвязи.

8. Возникновение и развитие идей атомной и квантовой физики.
9. Появление и развитие физики твердого тела и квантовой физики твердого тела.
10. История развития твердотельной электроники и микроэлектроники: создание биполярного и полевого транзистора.
11. Появление и развитие интегральной электроники.
12. Развитие технологии производства дискретных полупроводниковых приборов и ИМС.
13. Микроэлектроника в СССР.
14. Зарождение теоретических основ оптической и квантовой электроники.
15. Практическая реализация идей квантовой электроники.
16. Создание первого молекулярного квантового генератора.
17. Создание лазеров.
18. История исследования гетероструктур и разработки приборов на их основе.
19. Предпосылки зарождения нанотехнологий и направления их развития.
20. История развития методов нанодиагностики и зондовых нанотехнологий.
21. История открытия сверхпроводимости и высокотемпературной сверхпроводимости.
22. Высокотемпературные сверхпроводники и перспективы их использования в электронике.
23. История открытия фуллеренов.
24. Возможности применения фуллеренов и их производных в изделиях электроники.
25. Открытие и исследование углеродных нанотрубок.
26. Получение, структура, свойства нанотрубок и перспективы их использования в электронике.
27. Графен: история получения и перспективы применения в электронных приборах.
28. Сверхпроводящая электроника.
29. Спинтроника.
30. Молекулярная электроника.
31. Биоэлектроника.
32. Тенденции развития оптоэлектроники.
33. Полупроводниковые лазеры на гетероструктурах и квантовых ямах.
34. Лазеры на квантовых точках.
35. Солнечная электроника.
36. Сплавы с памятью формы.
37. Перспективы получения полупроводников в особых условиях.
38. Перспективы развития сенсорных устройств.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (зачет)

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
--	--------

<p>Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.</p>	зачтено
<p>Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.</p>	зачтено
<p>Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30 % ошибок в излагаемых ответах.</p>	
<p>Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы</p>	

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)