

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет
Кафедра физики полупроводников, электроники и нанoeлектроники

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол № 13 от «30» ноября 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
История и методология науки и техники в области электроники

Уровень высшего образования
магистратура

Направление подготовки
11.04.04 - Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль)
твердотельная электроника и нанoeлектроника

Форма обучения
очная

Нижегород
2023 год

1. Место и цели дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «История и методология науки и техники в области электроники» относится к обязательным дисциплинам обязательной части основной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 - Электроника и нанoeлектроника. Для усвоения данного курса необходимо сначала освоить математический и естественнонаучный цикл дисциплин образовательной программы бакалавриата по направлениям «Электроника и нанoeлектроника», «Нанотехнология и микросистемная техника», состоящий из дисциплин: «Физика конденсированного состояния», «Физические основы электроники», «Нанoeлектроника», «Основы проектирования электронной компонентной базы», «Основы технологии электронной компонентной базы», «Схемотехника». Очень важно, чтобы в перечень предшествующих теоретических дисциплин входили также «Электродинамика», «Квантовая механика», «Кристаллография», «Физика полупроводников», «Физика низкоразмерных систем». Курс лекций по данной дисциплине читается в дополнение и параллельно (в первом семестре магистратуры) с проведением лекций и лабораторного практикума по дисциплине «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники». Он предполагает относительно большой объём самостоятельной работы по ознакомлению с историческими этапами развития электроники.

Освоение дисциплины «История и методология науки и техники в области электроники» осуществляется путём изучения исторического процесса открытия новых физических явлений, формирования теорий и законов, появления основополагающих идей и технических решений, основных этапов развития электроники, микроэлектроники и нанoeлектроники. **Цели и задачи дисциплины:** сформировать навыки методологически грамотного осмысления конкретно-научных проблем с видением их в мировоззренческом контексте истории науки; способствовать формированию научного мировоззрения; подготовить к восприятию новых научных фактов и гипотез; заложить основы знаний методологии и её уровней; способствовать усвоению знания истории науки как неотъемлемой части истории человечества; сформировать умение ориентироваться в методологических подходах и видеть их в контексте существующей научной парадигмы; дать представление о тенденциях и перспективах развития электроники микро и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники; дать оценку передовому отечественному и зарубежному научному опыту в профессиональной сфере деятельности; определить место и роль России в истории развития электроники и на современном этапе.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	УК-1.1. Знает методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации.	Знание аналитических методов и стратегических подходов применяемых к решению проблем <u>современной электроники и нанoeлектроники</u> .	Коллоквиум Тестовые вопросы Эссе
	УК-1.2. Умеет изменять методы	Умение планировать конкретные действия по устранению проблем,	

	системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации.	возникающих в ходе <u>разработки и производства компонент электронной базы.</u>	
	УК-1.3. Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; - методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.	Владение аналитическими и стратегическими подходами к устранению проблем, возникающих в ходе <u>разработки и производства компонент электронной базы.</u>	
УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.	УК-5.1. Знает закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия.	Знание закономерности и особенности процесса <u>исторического развития электроники, микро и наноэлектроники</u>	Коллоквиум Тестовые вопросы Эссе
	УК-5.2. Умеет понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.	Умение применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия в <u>научно-производственной сфере электроники и наноэлектроники.</u>	
	УК-5.3. Владеет методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия.	Владение методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий.	
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную	ОПК-1.1. Знает тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных	Знание тенденций и перспектив развития <u>электроники и наноэлектроники</u> , а также смежных областей науки и техники.	Коллоквиум Тестовые вопросы Эссе

сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора.	областей науки и техники.		
	ОПК-1.2. Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности.	Умение использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности <u>в области электроники и нанoeлектроники.</u>	
	ОПК-1.3. Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности.	Владение передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности <u>в области электроники и нанoeлектроники.</u>	

В результате освоения дисциплины «История и методология науки и техники в области электроники» обучающийся должен:

- знать:** предпосылки возникновения, основные этапы и закономерности процесса исторического развития электроники, микро и нанoeлектроники; методологические основы и принципы современной технологии производства изделий электроники; место и значение электроники и нанoeлектроники в современном мире;
- уметь:** готовить методологическое обоснование научного исследования и технической разработки в области электроники; прогнозировать и анализировать социально-экономические, гуманитарные и экологические последствия научных открытий и новых технических решений в области электроники, микро и нанoeлектроники;
- владеть:** навыками анализа и идентификации новых проблем и областей исследования в области электроники и микроэлектроники; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.

3. Структура и содержание дисциплины «История и методология науки и техники в области электроники»

3.1. Трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
самостоятельная работа	55 (работа в семестре)
Промежуточная аттестация	1 семестр – зачет

3.2. Содержание дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	В том числе				
		Контактная работа, часов				Самостоятельная работа обучающегося, часов
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Модуль 1. Методология науки	22	2			2	20
1.1. Введение	6	2			2	4
1.2. Понятие мировоззренческого стандарта	8					8
1.3. Понятие истины. Концепция понимания и объяснения	8					8
Модуль 2. История науки и техники в области электроники	49	14			14	35
2.1. Изобретение вакуумного диода и триода. Промышленное освоение производства электровакуумных приборов. Вакуумные приборы СВЧ	8					8
2.2. Развитие электронного материаловедения. Формирование технологии полупроводниковых приборов	12	4			4	8
2.3. Эволюция интегральных схем	17	6			6	11
2.4. Пути развития кремниевой КМОП-технологии	12	4			4	8
Промежуточная аттестация по дисциплине. Зачет – 1 час						

Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля*
Модуль 1. Методология науки.				
1.1.	Введение.	Предмет и проблемы истории науки. Цели и задачи дисциплины. Ознакомление с учебной программой. Рекомендуемая литература и другие информационные источники. Философские	Лекции, СР	проверка готовности эссе и согласование итоговой презентации в ходе индивидуальных консультаций.

		основы научного познания Мировоззренческие стандарты и проекты науки, история и законы развития техники. Основные стороны бытия науки.		
1.2.	Понятие мировоззренческого стандарта.	Специфика научного знания в свете проектов науки. Уровни научного познания и их взаимосвязь. Метафизика и диалектика. Методы познания. Методы и алгоритмы решения творческих технических задач.	СР	проверка готовности эссе и согласование итоговой презентации в ходе индивидуальных консультаций.
1.3.	Понятие истины. Концепция понимания и объяснения.	Модель научного познания на основе анализа постмодернизма. «Картина мира» и «научная революция». Парадигмальный характер научной картины мира. Периодизация истории науки.	СР	проверка готовности эссе и согласование итоговой презентации в ходе индивидуальных консультаций.
Модуль 2. История науки и техники в области электроники.				
2.1.	Изобретение вакуумного диода и триода. Промышленное освоение производства электровакуумных приборов. Вакуумные приборы СВЧ.	Наблюдение термоэлектронной эмиссии Эдисоном, изобретение вакуумного диода и триода, разработка вакуумных приемно-усилительных и генераторных ламп. Промышленное освоение производства электровакуумных приборов. Роль российских ученых и инженеров. Расширение класса электровакуумных приборов, фотоэлементы и фотоумножители, электронно-лучевые приборы. Кинескоп, работы Зворыкина. Разработка передающих и приемных телевизионных систем. Вакуумные приборы СВЧ. Изобретения клистронов, ЛБВ и магнетронов. Роль и развитие радиолокации в годы второй мировой войны. Логический и исторический путь развития вакуумной электроники – от законов физики к идее прибора, его конструкции, материалам и	Лекции, СР	проверка готовности эссе и согласование итоговой презентации в ходе индивидуальных консультаций.

		технологии. Иллюстрации на примере приемно-усилительных ламп, электронно - лучевых приборов, фотоэлектронных приборов, специальных приборов СВЧ.		
2.2.	Развитие электронного материаловедения. Формирование технологии полупроводниковых приборов.	Развитие электронного материаловедения. Первоначальная классификация твердых тел по проводимости. Полупроводники. Первые полупроводниковые приборы на основе природных минералов с полупроводящими свойствами. Развитие физики полупроводников. Работы Бардина и Шокли. Школа А.Ф. Иоффе. Изобретение точечного транзистора. Формирование технологии полупроводниковых приборов. Сплавные транзисторы. Планарная технология. Миниатюризация и микроминиатюризация, гибридные и монокристаллические интегральные схемы. Революция в радиоэлектронике и вычислительной технике, связанная с разработкой БИС и СБИС. Анализ развития полупроводниковой электроники от кристалла Лосева до СБИС. Место физических знаний и специфика материаловедческих технологических проблем.	Лекции, СР	проверка готовности эссе и согласование итоговой презентации в ходе индивидуальных консультаций.
2.3.	Эволюция интегральных схем.	Закон Мура. Размер транзисторов. Длина канала. Степень интеграции. Производительность. Размер пластин.	Лекции, СР	проверка готовности эссе и согласование итоговой презентации в ходе индивидуальных консультаций.
2.4.	Пути развития кремниевой КМОП-технологии.	Полевой нанотранзистор поколения 14 нм: основные черты. Развитие нанолитографии. Экстремальный	Лекции, СР	проверка готовности эссе и согласование итоговой презента-

		ультрафиолет. Напряжённый кремний. Диэлектрики с большой диэлектрической проницаемостью (high-k). Многоуровневая металлизация. Диэлектрики с малой диэлектрической проницаемостью (low-k).		ции в ходе индивидуальных консультаций.
--	--	--	--	---

4. Образовательные технологии

Занятия по дисциплине проходят в виде лекций организованных в форме компьютерных презентаций. Самостоятельная работа подразумевает использование рекомендованных Интернет-ресурсов, т.е. изучение основной и дополнительной литературы по курсу.

5. Учебно-методическое обеспечение, формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Перечень рекомендованной литературы и Интернет-ресурсов приведен в 7-м разделе данной программы. Контроль самостоятельной работы обучающихся, при условии 100% посещаемости, происходит в форме коллективного обсуждения тематики разделов дисциплины во время лекций, а промежуточная аттестация (зачет) предполагает проведение экспресс-анализа уровня освоения компетенций в форме коллоквиума, тестовые вопросы которого выведены из текста данной рабочей программы в **приложение (фонд оценочных средств - ФОС)**. Там же подробно описана и процедура оценивания результатов.

Помимо выше перечисленных форм контроля и промежуточной аттестации имеется также перечень контрольных вопросов, применяемых в форме устного зачета.

Вопросы для контроля

1. Методы научного познания.
2. Критерии и нормы научного познания.
3. Модели анализа научного открытия и исследования.
4. Общие закономерности развития науки.
5. Методология научного поиска и обоснования его результатов.
6. Проблемная ситуация как возникновение противоречия в познании.
7. Предпосылки возникновения и постановки проблем.
8. Разработка и решение научных проблем.
9. Решение проблем как показатель прогресса науки.
10. Гипотеза как форма научного познания.
11. Логическая структура гипотезы.
12. Вероятностный характер гипотезы.
13. Требования, предъявляемые к научным гипотезам.
14. Эвристические принципы отбора гипотез.
15. Исторические корни и современный взгляд на гипотетико-дедуктивный метод.
16. Гипотетико-дедуктивный метод в естествознании.
17. Логическая структура гипотетико-дедуктивных систем.
18. Метод математической гипотезы как разновидность гипотетико-дедуктивного метода.
19. Место и роль абдукции как специфической формы умозаключения.
20. Отношение абдукции к другим формам умозаключений.
21. Абдукция как основная форма недедуктивных умозаключений.
22. Абдукция и законы науки.
23. Общая характеристика и определение научной теории.
24. Классификация научных теорий.
25. Структура научных теорий.
26. Методологические и эвристические принципы построения теорий.
27. Интертеоретические отношения.

28. Специфические особенности проверки научных теорий.
29. Проблемы подтверждения и опровержения теорий.
30. Обыденное и научное познание.
31. Эволюция интегральных схем. Закон Мура. Размер транзисторов. Длина канала. Степень интеграции. Производительность. Размер пластин.
32. Полевой нанотранзистор поколения 10 нм: основные черты.
33. Пути развития кремниевой КМОП-технологии.

В течение семестра магистрантам предлагается подготовить эссе по разделам дисциплины, оценка которых является обязательным основанием для зачёта. Это касается тех, кто по той или иной причине нарушил посещаемость занятий. Тематика эссе – свободная (примеры тем эссе приведены ниже).

Темы эссе

1. Необходимость изучения теоретических и методологических вопросов развития техники; история развития средств информационного обеспечения; классификация техники.
2. Система “человек-техника”: системные характеристики и показатели (целостность, дискретность, структура взаимосвязей (отношений), приспособленность, организованность; вход, выход, процесс и др.)
3. Понятие мировоззренческого стандарта. Специфика научного знания в свете проектов науки. Уровни научного познания и их взаимосвязь.
4. Метафизика и диалектика. Методы познания.
5. Методы и алгоритмы решения творческих технических задач.
6. Понятие истины. Концепция понимания и объяснения.
7. Модель научного познания на основе анализа постмодернизма.
8. «Картина мира» и «научная революция».
9. Парадигмальный характер научной картины мира.
10. Периодизация истории науки.
11. Радиофизика, радиотехника и техника СВЧ до и после второй мировой войны.
12. Соотношение уровня физических знаний и технологических возможностей. Развитие вычислительной техники и прогресс электроники.
13. Первые ЭВМ. Интегральная микроэлектроника как база вычислительной техники.
14. Лженаука и этика ученого.
15. Возникновение и развитие квантовой электроники.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования

Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений) приведён выше (раздел 2).

Ниже приведена таблица образовательных дескрипторов (отличительных признаков уровней освоения компетенций).

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ЗАЧЕТА ПРИВЕДЕН В П.5

6.2. Описание шкал оценивания

Оценка «зачтено»:

- предполагает удовлетворительный уровень знаний, умений и владений (навыков), изложенных в программе курса;
- выставляется автоматически при 100% посещаемости, своевременном написании эссе, успешном выступлении на итоговом семинаре и корректных ответах на дополнительные вопросы;

- может быть также получена в назначенный по расписанию экзаменационной (зачётной) сессии день, но при условии ответа на билет, включающий два контрольных вопроса из перечня, приведённого выше.

Оценка «незачтено»:

- предполагает неудовлетворительный уровень знаний, умений и владений (навыков), изложенных в программе курса;
- выставляется в «зачётный» день в случае непредставления эссе, либо при его неудовлетворительной оценке, а также при выявлении плагиата;
- пропуски более двух лекций без уважительной причины дают основание для тщательной проверки знаний «пропущенного» материала и существенно повышают шанс выставления отрицательной оценки.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Аттестация по дисциплине проходит в виде зачета. Зачет выставляется по результатам оценивания эссе и компьютерной презентации на заданную (выбранную) тему. При проверке эссе преподаватель оценивает уровень сформированности навыков методологически грамотного осмысления конкретно-научных проблем с видением их в мировоззренческом контексте истории науки, уровень научного мировоззрения и готовности к восприятию новых научных фактов и гипотез, уровень знания методологии и умение ориентироваться в методологических подходах и видеть их в контексте существующей научной парадигмы, глубину представления о тенденциях и перспективах развития электроники микро и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способность давать оценку передовому отечественному и зарубежному научному опыту в профессиональной сфере деятельности и определять место и роль России в истории развития электроники и на современном этапе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Шарыгина Л.И. События и даты в истории радиоэлектроники.- Томск: Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2011.- 306 с.
<https://elibr.tomsk.ru/purl/1-2545/>
<https://www.twirpx.com/file/1601623/>
http://spen.phys.unn.ru/library_dl.asp?fn=Sharygina.pdf
2. Войшвилло Е. К., Дегтярев М. Г. Логика как часть теории познания и научной методологии (фундаментальный курс). Кн. 1. Учебное пособие.- М.: Наука, 1994.- 312 с.
<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=23286&idb=0>
http://www.studmed.ru/voishvillo-ek-degtyarev-mg-logika-kak-chast-teorii-poznaniya-i-nauchnoy-metodologii-fundamentalnyy-kurs-kniga-i_92110aaf876.html
<https://www.twirpx.org/file/95095/>
http://spen.phys.unn.ru/library_dl.asp?fn=Voishvillo_1.djvu
3. Степин В.С. Философия науки. Общие проблемы: учебник для аспирантов и соискателей учёной степени кандидата наук. М.: Гардарики, 2006.- 384 с.
http://www.studmed.ru/stepin-vs-filosofiya-nauki-obschie-problemy_a8e7d665a06.html#
<https://www.twirpx.com/file/2748253/>
http://spen.phys.unn.ru/library_dl.asp?fn=Stepin.pdf
4. Рабаданов М.Х. и др. Философия науки. История и методология естественных наук.- М.: Канон+РООИ "Реабилитация", 2014.- 504 с.
<https://www.twirpx.com/file/1626747/>
http://spen.phys.unn.ru/library_dl.asp?fn=Rabadanov.djvu
5. Ушаков Е.В. Введение в философию и методологию науки.- Изд-во: Экзамен, 2005.- 528 с.

http://www.studmed.ru/ushakov-ev-vvedenie-v-filosofiyu-i-metodologiyu-nauki_57ada1141eb.html
<https://www.twirpx.com/file/68489/>
http://spen.phys.unn.ru/library_dl.asp?fn=Ushakov.pdf

6. Игнатов А.Н. Нанoeлектроника. Состояние и перспективы развития. Учебное пособие.- М.: ФЛИНТА, 2012.- 360 с.
<https://e.lanbook.com/book/60755#authors>
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976516199.html>
http://spen.phys.unn.ru/library_dl.asp?fn=Ignatov.pdf
7. Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности.- М.: Техносфера, 2008. – 352 с.
<https://e.lanbook.com/book/73029#authors>
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948361611.html>
http://www.studmed.ru/foster-l-nanotehnologii-nauka-innovacii-i-vozmozhnosti_7bbc60f91f8.html
<https://www.twirpx.com/file/1373197/>
http://spen.phys.unn.ru/library_dl.asp?fn=Foster.pdf
8. Глазьев С.Ю., Харитонов В.В. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике. Монография. - М.: Трoвант, 2009. - 304 с.
<https://www.twirpx.com/file/903503/>
http://spen.phys.unn.ru/library_dl.asp?fn=Glaziev.pdf

б) дополнительная литература

1. Бряник Н.В. Общие проблемы философии науки: Словарь для аспирантов и соискателей. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007.- 319 с.
http://www.studmed.ru/bryanik-nv-obshchie-problemy-filosofii-nauki-slovar-dlya-aspirantov-i-soiskateley_47f3e1a4dee.html
<https://www.twirpx.com/file/2068941/>
http://spen.phys.unn.ru/library_dl.asp?fn=Bryanik.djvu

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://www.lib.unn.ru/> - Фундаментальная библиотека ННГУ
<https://e.lanbook.com/> - Электронно-библиотечная система изд. «Лань»
<http://spen.phys.unn.ru/library.asp> - Электронная библиотека ФзФ ННГУ
<http://www.studmed.ru> - Учебно-методическая литература для студентов
<http://www.twirpx.com> - Общедоступный сайт www.twirpx.com

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: специализированной мебелью, меловыми или магнитно-маркерными досками для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий по дисциплине (чтение лекций и контроль самостоятельной работы) используется учебная аудитория, оснащенная видеопроектором и аудио системой

Программа составлена в соответствии с требованиями установленного ННГУ образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 – «Электроника и наноэлектроника».

Автор:

д.ф.-м.н. профессор Д. А. Павлов

Рецензент:

профессор Е.С. Демидов

Заведующий кафедрой

физики полупроводников, электроники и наноэлектроники

д.ф.-м.н. профессор Д. А. Павлов

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета ННГУ, протокол б/н от «17» ноября 2022 г.

Председатель

Учебно-методической комиссии

физического факультета ННГУ А.А. Перов