

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

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

История и методология науки и техники в области электроники

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
11.04.04 - Электроника и наноэлектроника

Направленность образовательной программы
Новые полупроводниковые технологии

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.04 История и методология науки и техники в области электроники относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
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 УК-1.2: Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации УК-1.3: Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; - методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий	УК-1.1: Знание аналитических методов и стратегических подходов применяемых к решению проблем современной электроники и нанoeлектроники. УК-1.2: Умение планировать конкретные действия по устранению проблем, возникающих в ходе разработки и производства компонент электрон ной базы. УК-1.3: Владение аналитическими и стратегическими подходами к устранению проблем, возникающих в ходе разработки и производства компонент электронной базы.	Коллоквиум	Зачёт: Контрольные вопросы
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	УК-5.1: Знание закономерности и особенности процесса исторического разви тия электроники, микро и нанoeлектроники. УК-5.2: Умение применять на практике коммуникативные	Коллоквиум	Зачёт: Контрольные вопросы

	<p>межкультурного взаимодействия</p> <p>УК-5.2: Умеет понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p> <p>УК-5.3: Владеет методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия</p>	<p>технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия в научнопроизводственной сфере электроники и нанoeлектроники.</p> <p>УК-5.3: Владение методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуника- тивных технологий.</p>		
<p>ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора</p>	<p>ОПК-1.1: Знает тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники</p> <p>ОПК-1.2: Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности</p> <p>ОПК-1.3: Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности</p>	<p>ОПК-1.1: Знание тенденций и перспектив развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники.</p> <p>ОПК-1.2: Умение использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности в области электроники и нанoeлектроники.</p> <p>ОПК-1.3: Владение передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности в области электроники и нанoeлектроники.</p>	Коллоквиум	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	55
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 ф о	0 ф о	0 ф о	0 ф о	0 ф о
1. Методология науки	22	2		2	20
2. История науки и техники в области электроники	49	14		14	35
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	16	0	17	55

Содержание разделов и тем дисциплины

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 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.

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.

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 приемноусилительных 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 технологии. Иллюстрации на примере приемно-усилительных ламп, электронно - лучевых приборов, фотоэлектронных приборов, специализированных 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 монолитные интегральные схемы. Революция в радиоэлектронике и вычислительной технике, связанная с разработкой БИС и СБИС. Анализ развития полупроводниковой электроники от кристадина Лосева до СБИС. Место физических знаний и специфика материаловедческих технологических проблем.

2.3. Эволюция интегральных схем.

Закон Мура. Размер транзисторов. Длина канала. Степень интеграции. Производительность. Размер пластин.

2.4. Пути развития кремниевой КМОП- технологии.

Полевой нанотранзистор поколения 14 нм: основные черты. Развитие нанолитографии. Экстремальный ультрафиолет. Напряженный кремний. Диэлектрики с большой диэлектрической проницаемостью (high-k). Многоуровневая металлизация. Диэлектрики с малой диэлектрической проницаемостью (low-k).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "История и методология науки и техники в области электроники".

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Вопрос 5.

Степень интеграции интегральных схем определяется как ...

Варианты ответа:

1. ... десятичный логарифм от числа элементов и компонентов, входящих в интегральную микросхему.
2. ... натуральный логарифм от числа элементов и компонентов, входящих в интегральную микросхему.
3. ... квадратный корень от числа элементов и компонентов, входящих в интегральную микросхему.
4. ... экспонента от числа элементов и компонентов, входящих в интегральную микросхему.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции УК-5:

Вопрос 2.

К теоретическим методам относится ...

Варианты ответа:

1. ... дедукция.
2. ... эксперимент.
3. ... описание.
4. ... систематизация фактов.

Вопрос 3.

К эмпирическим методам относится ...

Варианты ответа:

1. ... анализ.
2. ... синтез.
3. ... индукция.
4. ... наблюдение.

Вопрос 4.

Абдукция – это ...

Варианты ответа:

1. ... познавательная процедура выдвижения гипотез.
2. ... логическая структура системы.
3. ... форма умозаключений.
4. ... вид научного познания.

Вопрос 6.

Основоположником диалектики является ...

Варианты ответа:

1. ... Гераклит.
2. ... Сократ.
3. ... Зенон.
4. ... Анаксимен.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Вопрос 1.

Полевой нанотранзистор поколения 10 нм фирмы Intel является ...

Варианты ответа:

1. ... трёхмерным.
2. ... двумерным.
3. ... нуль-мерным.
4. ... безразмерным.

Вопрос 7.

Впервые, термоэлектронная эмиссия наблюдалось ... в 1883 г.

Варианты ответа:

1. ... Т.А. Эдисоном
2. ... Д.А. Флемингом
3. ... Л. Де Форестом
4. ... Ф.Х. Шоттки

Вопрос 8.

Первые транзисторы были изготовлены из ...

Варианты ответа:

1. ... кремния.
2. ... германия.
3. ... арсенида галлия.
4. ... арсенида индия.

Вопрос 9.

Первый созданный транзистор был ...

Варианты ответа:

1. ... планарным.
2. ... точечным.
3. ... дипланарным.
4. ... комбинированным.

Вопрос 10.

Закон ... гласит: «Число транзисторов на кристалле микропроцессора будет увеличиваться в 2 раза каждые 2 года».

Варианты ответа:

1. ... Шоттки
2. ... Мура
3. ... Нойса
4. ... Гроува

Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Для получения зачета на 10 вопросов коллоквиума необходимо набрать не меньше 30 баллов. Каждый правильный ответ на один вопрос даёт 5 баллов.
не зачтено	Если на 10 вопросов коллоквиума получено менее 6 правельных ответов, то будет не зачтено.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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 несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	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 базовых навыков. Невозможность	При решении стандартных задач не продемонстрир	Имеется минимальный набор навыков	Продemonстрированы базовые навыки при	Продemonстрированы базовые навыки при	Продemonстрированы навыки при	Продemonстрирован творческий подход к

	оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	ованы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	решении стандартных задач с некоторым и недочетами	решении стандартных задач без ошибок и недочетов	решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	решению нестандартных задач
--	--	---	--	--	--	--	-----------------------------

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

1. Методы научного познания.
2. Модели анализа научного открытия и исследования.
3. Методология научного поиска и обоснования его результатов.
4. Разработка и решение научных проблем.
5. Решение проблем как показатель прогресса науки.
6. Гипотетико-дедуктивный метод в естествознании.
7. Логическая структура гипотетико-дедуктивных систем.
8. Метод математической гипотезы как разновидность гипотетико-дедуктивного метода.
9. Общая характеристика и определение научной теории.
10. Классификация научных теорий.
11. Структура научных теорий.
12. Методологические и эвристические принципы построения теорий.

- 13.Интертеоретические отношения.
- 14.Специфические особенности проверки научных теорий.
- 15.Проблемы подтверждения и опровержения теорий.
- 16.Обыденное и научное познание.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-5

1. Критерии и нормы научного познания.
2. Проблемная ситуация как возникновение противоречия в познании.
3. Предпосылки возникновения и постановки проблем.
4. Гипотеза как форма научного познания.
5. Логическая структура гипотезы.
6. Вероятностный характер гипотезы.
7. Требования, предъявляемые к научным гипотезам.
8. Эвристические принципы отбора гипотез.
9. Место и роль абдукции как специфической формы умозаключения.
10. Отношение абдукции к другим формам умозаключений.
11. Абдукция как основная форма недедуктивных умозаключений.
12. Абдукция и законы науки.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Общие закономерности развития науки.
2. Исторические корни и современный взгляд на гипотетико-дедуктивный метод.
3. Эволюция интегральных схем. Закон Мура. Размер транзисторов. Длина канала. Степень интеграции. Производительность. Размер пластин.
4. Полевой нанотранзистор поколения 10 нм: основные черты.
5. Пути развития кремниевой КМОП-технологии.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	предполагает удовлетворительный уровень знаний, умений и владений (навыков), изложенных в программе курса
не зачтено	предполагает неудовлетворительный уровень знаний, умений и владений (навыков), изложенных в программе курса

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Шарыгина Л. И. События и даты в истории радиоэлектроники / Шарыгина Л. И. - Москва : ТУСУР, 2011. - 306 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=711410&idb=0>.
2. Войшвилло Евгений Казимирович. Логика как часть теории познания и научной методологии : фундамент. курс : учеб. пособие для студентов филос. фак. и преподавателей логики : в 2 кн. Кн. 1. - М. : Наука, 1994. - 310 с. - Программа "Обновление гуманитарного образования в России". - 15.00., 4 экз.
3. Ушаков Е. В. Философия и методология науки / Ушаков Е. В. - Москва : Юрайт, 2022. - 392 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/489468> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-02637-5 : 1199.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт", <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=787629&idb=0>.
4. Игнатов А.Н. Основы электроники : учебное пособие / Игнатов А.Н.; Савиных В.Л.; Фадеева Н.Е. - Москва : Инфра-Инженерия, 2022. - 560 с. - ISBN 978-5-9729-1059-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=870067&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Степин В. С. Философия науки и техники : учеб. пособие для вузов / Ин-т "Открытое о-во". - М. : Гардарики, 1996. - 399 с. - ISBN 5-7762-0013-X : 18.00., 1 экз.
2. История и философия науки : учебное пособие / Н. В. Бряник, О. Н. Томюк, Е. П. Стародубцева, Л. Д. Ламберов ; под общей редакцией Н. В. Бряник, О. Н. Томюк. - Москва : Юрайт, 2022. - 290 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/498942> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-07546-5 : 939.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт", <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=817452&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием 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://elib.tomsk.ru/purl/1-2545/>
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/voyshvillo-ek-degtyarev-mg-logika-kak-chast-teorii-poznaniya-i-nauchnoy-metodologii-fundamentalnyy-kurs-kniga-i_92110aaf876.html 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# 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.
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://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
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.: Тровант, 2009. - 304 с.
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
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

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 11.04.04 - Электроника и нанoeлектроника.

Автор(ы): Павлов Дмитрий Алексеевич, доктор физико-математических наук, профессор.

Рецензент(ы): Демидов Евгений Сергеевич, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Павлов Дмитрий Алексеевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 09.01.2024, протокол № б/н.