

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

УТВЕРЖДЕНО

решением ученого совета ННГУ
протокол от" "_____ 2024 г. №

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

Уровень высшего образования
Подготовка научных и научно-педагогических кадров

Программа аспирантуры
1.3.11. Физика полупроводников

Научная специальность
03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород
2024 год

1. Место и цель дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «История и методология науки и техники в области электроники» относится к числу *элективных* дисциплин образовательного компонента программы аспирантуры и изучается на 2 году обучения в 3 семестре.

Цель дисциплины – формирование навыков методологически грамотного осмысления конкретно-научных проблем с видением их в мировоззренческом контексте истории науки; формиро-вание научного мировоззрения; подготовка к восприятию новых научных фактов и гипотез; заложить основы знаний методологии и её уровней; способствовать усвоению знания исто-рии науки как неотъемлемой части истории человечества; сформировать умение ориентиро-ваться в методологических подходах и видеть их в контексте существующей научной пара-дигмы; дать представление о тенденциях и перспективах развития полупроводниковой электроники, микро и наноэлектроники, 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.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Выпускник, освоивший программу, должен

Знать:

- базовую информацию в области физики полупроводников;
- физические основы процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния;
- физические основы технологии выращивания полупроводниковых материалов и структур на их основе;

Уметь:

- выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника;
- избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач;

Владеть:

- навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования.

3. Структура и содержание дисциплины.

Объем дисциплины (модуля) составляет 1 з.е., всего - 36 часа, из которых 18 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа), 18 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Таблица 2

Структура 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	Консультации	Всего	
Модуль 1. Методология науки							
Введение	4	2				2	2
Понятие мировоззренческого стандарта							
Понятие истины. Концепция понимания и объяснения							
Модуль 2. История науки и техники в области электроники							
2.1. Изобретение вакуумного диода и триода. Промышленное освоение производства электровакуумных приборов. Вакуумные приборы СВЧ	4	2				2	2
2.2. Развитие электронного материаловедения. Формирование технологии полупроводниковых приборов	8	4				4	4
2.3. Эволюция интегральных схем	12	6				6	6
2.4. Пути развития кремниевой КМОП-технологии	8	4				4	4
Промежуточная аттестация:	зачет						
Итого	36	18				18	18

Таблица 3

Содержание 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.	Лекции, СР	проверка готовности эссе и согласование

		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.		итоговой презентации в ходе индивидуальных консультаций.
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,	Лекции, СР	проверка готовности эссе и согласование итоговой презентации в ходе индивидуальных консультаций.

		<p>электронно-лучевые приборы.</p> <p>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, специальных приборов СВЧ.</p>		
2.2.	<p>Развитие электронного материаловедения. Формирование технологии полупроводниковых приборов.</p>	<p>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</p>	Лекции, СР	<p>проверка готовности эссе и согласование итоговой презентации в ходе индивидуальных консультаций.</p>

		радиоэлектронике и вычислительной технике, связанная с разработкой БИС и СБИС. Анализ развития полупроводниковой электроники от кристаллина 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.	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 ультрафиолет. Напряжённый кремний. Диэлектрики с большой диэлектрической проницаемостью (high-k). Многоуровневая металлизация. Диэлектрики с малой диэлектрической проницаемостью (low-k).	Лекции, СР	проверка готовности эссе и согласование итоговой презентации в ходе индивидуальных консультаций.

4. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа подразумевает использование рекомендованных Интернет-ресурсов, т.е. изучение основной и дополнительной литературы по курсу.

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 фонда оценочных средств (ФОС). Там же подробно описана и процедура оценивания результатов.

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

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. Взять материалы из прошлой версии РПД

5. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

5.1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

При выполнении всех работ учитываются следующие **основные критерии**:

- уровень теоретических знаний (подразумевается не только формальное воспроизведение информации, но и понимание предмета, которое подтверждается правильными ответами на дополнительные, уточняющие вопросы, заданные членами комиссии);
- умение использовать теоретические знания при анализе конкретных проблем, ситуаций;
- качество изложения материала, то есть обоснованность, четкость, логичность ответа, а также его полнота (то есть содержательность, не исключающая сжатости);
- способность устанавливать внутри- и межпредметные связи,
- оригинальность мышления, знакомство с дополнительной литературой и другие факторы.

Описание шкалы оценивания на промежуточной аттестации в форме зачета

Оценка	Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой
<i>Зачтено</i>	владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить проблемные ситуации в организации научных исследований, способность критически анализировать и сравнивать существующие подходы и методы к оценке результативности научной деятельности, свободное владение источниками, умение четко и ясно излагать результаты собственной работы, следовать нормам, принятым в научных дискуссиях.
<i>Не зачтено</i>	непонимание смысла ключевых проблем, недостаточное владение науковедческой терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации, неспособность анализировать и сравнивать существующие концепции, подходы и методы, неумение ясно излагать результаты собственной работы, следовать нормам, принятым в научных дискуссиях.

5.2. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, используемых для оценивания результатов обучения по дисциплине

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.

6. 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.
<http://e.lanbook.com/book/4949#authors>
<https://www.twirpx.com/file/1601623/>
http://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://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=23286&DB=1>
http://www.studmed.ru/voyshvillo-ek-degtyarev-mg-logika-kak-chast-teorii-poznaniya-i-nauchnoy-metodologii-fundamentalnyy-kurs-kniga-i_92110aaf876.html
<https://www.twirpx.com/file/95095/>
http://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/367365/>
http://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://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.lib.unn.ru/php/catalog.php?Index=0&IdField=135610682&DB=1>
http://www.studmed.ru/ushakov-ev-vvedenie-v-filosofiyu-i-metodologiyu-nauki_57ada1141eb.html
<https://www.twirpx.com/file/68489/>
http://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://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://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://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://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://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

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ;
- материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации дисциплины, включая лабораторное оборудование;
- лицензионное программное обеспечение: *Windows, Microsoft Office*;

- обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.
ресурсам.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 № 2122), Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Приказ Минобрнауки РФ от 20.10.2021 № 951).

Автор проф. Д.А. Павлов

Рецензент проф. Е.С. Демидов

Заведующий кафедрой
д.ф.-м.н. профессор

_____ Д. А. Павлов

Программа одобрена на заседании методической комиссии физического факультета от
_____ 2022 года, протокол № б/н