

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

УТВЕРЖДАЮ:
Малышев А.И.
декан _____
« 30 » _____ августа 2021 г.

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

Уровень подготовки

аспирантура

Направление подготовки

03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Направленность образовательной программы

01.04.10 «Физика полупроводников»

Квалификация

Исследователь, преподаватель-исследова-
тель

Форма обучения
очная

Нижний Новгород, 2021

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «История и методология науки и техники в области электроники» относится к вариативной части ОПОП, является общеобразовательной дисциплиной и изучается на 2 году обучения в 3 семестре.

Цели освоения дисциплины:

формирование навыков методологически грамотного осмысления конкретно-научных проблем с видением их в мировоззренческом контексте истории науки; формирование научного мировоззрения; подготовка 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 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.

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

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</i>	<i>З1 (УК-1) Знание основных методов научно-исследовательской деятельности;</i> <i>У1 (УК-1) Умение 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;</i> <i>В1 (УК-1) Владение навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования.</i>
<i>УК-2 Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки</i>	<i>З1 (УК-2) Знание основных направлений, проблем, теории и методов философии, содержания современных философских дискуссий по проблемам общественного развития;</i> <i>У1 (УК-2) Умение формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по различным проблемам философии; использовать положения и категории философии для оценивания и анализа различных социальных тенденций, фактов и явлений;</i> <i>В1 (УК-2) Владение навыками восприятия и анализа текстов, имеющих философское содержание, приемами ведения дискуссии и полемики, навыками публичной речи и письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.</i>
<i>ОПК-2. Готовность к преподавательской деятельности по основным</i>	<i>З1 (ОПК-2) Знание этических норм поведения личности, особенностей работы научного коллектива в области физики полупроводников;</i>

<p>образовательным программам высшего образования</p>	<p><i>У1 (ОПК-2) Умение формулировать конкретные задачи и план действий по реализации поставленных целей, проводить исследования, направленные на решение поставленной задачи в рамках научного коллектива, анализировать и представлять полученные при этом результаты;</i> <i>В1 (ОПК-2) Владение систематическими знаниями по выбранной направленности подготовки, навыками проведения исследовательских работ по предложенной теме в составе научного коллектива.</i></p>
<p><i>ПК-1. Способность к методически грамотному изложению материала учебных дисциплин при чтении лекций, построении практических занятий, разработке учебных пособий и к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы, получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности 01.04.10 «Физика полупроводников»</i></p>	<p><i>З1 (ПК-1) Знание базовой информации в области физики полупроводников;</i> <i>З2 (ПК-1) Знание физических основ процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния;</i> <i>З3 (ПК-1) Знание физических основы технологии выращивания полупроводниковых материалов и структур на их основе;</i> <i>У1 (ПК-1) Умение самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты в области полупроводников и полупроводниковых наноструктур и анализировать их результаты;</i> <i>У2 (ПК-1) Умение разрабатывать новые модели физических процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния;</i> <i>У3 (ПК-1) Умение исследовать оптоэлектронные свойства полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур;</i> <i>В1 (ПК-1) Владение способностями анализа и оценки научной информации в области физики полупроводников.</i> <i>В2 (ПК-1) Владение навыками моделирования физических процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния.</i> <i>В3 (ПК-1) Владение навыками работы с исследовательским и контрольно-измерительным оборудованием для изучения оптических свойств полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур.</i></p>

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 19 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (16 часов лекции, 2 часа - мероприятия текущего контроля успеваемости, 1 час - мероприятие промежуточного контроля), 53 часа – самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часов
		Контактная работа, 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	47	14			14	33
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	15	6			6	9
2.4. Пути развития кремниевой КМОП-технологии	12	4			4	8
Текущий контроль	2					
ВСЕГО	2	16				53
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 основы научного познания. Мироззренческие стандарты и проекты науки, история и законы развития техники. Основные стороны бытия науки.	Лекции, СР	проверка готовности эссе и согласование 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, электронно-лучевые приборы.	Лекции, СР	проверка готовности эссе и согласование итоговой презентации в ходе индивидуальных консультаций.

		<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.</p> <p>Иллюстрации на примере приемно-усилительных ламп, электронно - лучевых приборов, фотоэлектронных приборов, специальных приборов СВЧ.</p>		
2.2.	Развитие электронного материаловедения. Формирование технологии полупроводниковых приборов.	<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.</p> <p>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.</p>	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 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. 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 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 фонда 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 течении семестра аспирантам 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

Описание показателей и критериев оценивания компетенций приведены в приложении 1.

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

Уровень освоения компетенции	Отличительные признаки
Начальный	<ul style="list-style-type: none"> - заложены основы знаний истории науки как неотъемлемой части истории человечества; - способность сформулировать методологическое обоснование научного исследования и технической разработки в области электроники; - корректно объясняет проблемы в современном развитии электронной промышленности...
Продвинутый	<ul style="list-style-type: none"> - воспроизводит предпосылки возникновения, основные этапы и закономерности процесса исторического развития электроники, микро и нанoeлектроники; - излагает методологические основы и принципы современной технологии производства изделий электроники; - умеет прогнозировать и анализировать социально-экономические, гуманитарные и экологические последствия научных открытий и новых технических решений в области электроники, микро и нанoeлектроники; - владеет навыками анализа и идентификации новых проблем и областей исследования в области электроники и микро-электроники ...
Высокий	<ul style="list-style-type: none"> - имеется подробное представление о тенденциях и перспективах развития электроники микро и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники; - умение определять место и роль России в истории развития электроники и на современном этапе; - способность давать оценку передовому отечественному и зарубежному научному опыту в профессиональной сфере деятельности; - готовность к восприятию новых научных фактов и гипотез; - сформировано умение ориентироваться в методологических подходах и видеть их в контексте существующей научной парадигмы; - сформированы навыки методологически грамотного осмысления конкретно-научных проблем с видением их в мировоззренческом контексте истории науки; - сформировано научное мировоззрение...

6.2. Описание шкал оценивания

Оценка «зачтено» (или «зачёт»):

- 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 «не зачтено» (или «незачёт»):

- 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://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-obshchie-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
- 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**
- Для проведения занятий по дисциплине (чтение лекций и контроль самостоятельной работы) необходима аудитория, оснащенная видеопроектором и аудио системой.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Автор проф. Д.А. Павлов

Рецензент проф. Е.С. Демидов

Заведующий кафедрой

физики полупроводников и оптоэлектроники

д.ф.-м.н. профессор

_____ Д. А. Павлов

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета ННГУ, протокол № _____ от «_____» _____ 2021 г.

Приложение 1

УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: основные методы научно-исследовательской деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарное знание основных методов научно-исследовательской деятельности	В целом успешное знание основных методов научно-исследовательской деятельности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знания основных методов научно-исследовательской деятельности	Успешное и систематическое знание основных методов научно-исследовательской деятельности
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	Отсутствие умений	Частично освоенное умение 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	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение 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	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение 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	Сформированное умение 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	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования и навыков выбора методов и средств решения задач исследования	В целом успешное, но не систематическое применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования и навыков выбора методов и средств решения задач исследования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования и навыков выбора методов и средств решения задач исследования	Успешное и систематическое применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования и навыков выбора методов и средств решения задач исследования

УК-2 Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: основные направления, проблемы, теорию и методы философии, содержание современных философских дискуссий по проблемам общественного развития	Отсутствие знаний	Фрагментарное знание основных направлений, проблем, теории и методов философии, содержания современных философских дискуссий по проблемам общественного развития	В целом успешное знание основных направлений, проблем, теории и методов философии, содержания современных философских дискуссий по проблемам общественного развития	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основных направлений, проблем, теории и методов философии, содержания современных философских дискуссий по проблемам общественного развития	Успешное и систематическое знание основных направлений, проблем, теории и методов философии, содержания современных философских дискуссий по проблемам общественного развития
УМЕТЬ: формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по различным проблемам философии; использовать положения и категории философии для оценивания и анализа различных социальных тенденций, фактов и явлений	Отсутствие умений	Частично освоенное умение формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по различным проблемам философии, использовать положения и категории философии для оценивания и анализа различных социальных тенденций, фактов и явлений	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по различным проблемам философии, использовать положения и категории философии для оценивания и анализа различных социальных тенденций, фактов и явлений	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по различным проблемам философии, использовать положения и категории философии для оценивания и анализа различных социальных тенденций, фактов и явлений	Сформированное умение формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по различным проблемам философии, использовать положения и категории философии для оценивания и анализа различных социальных тенденций, фактов и явлений
ВЛАДЕТЬ: навыками восприятия и анализа текстов, имеющих философское содержание, приемами ведения дискуссии и полемики, навыками публичной речи и письменного аргументированного изложения собственной точки зрения	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков восприятия и анализа текстов, имеющих философское содержание, приемами ведения дискуссии и полемики, навыков публичной речи и письменного аргументированного изложения собственной точки зрения	В целом успешное, но не систематическое применение навыков восприятия и анализа текстов, имеющих философское содержание, приемами ведения дискуссии и полемики, навыков публичной речи и письменного аргументированного изложения собственной точки зрения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков восприятия и анализа текстов, имеющих философское содержание, приемами ведения дискуссии и полемики, навыков публичной речи и письменного аргументированного изложения собственной точки зрения	Успешное и систематическое применение навыков восприятия и анализа текстов, имеющих философское содержание, приемами ведения дискуссии и полемики, навыков публичной речи и письменного аргументированного изложения собственной точки зрения

ОПК-2 Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования

Планируемые результаты обучения*(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: этические нормы поведения личности, особенности работы научного коллектива в области физики полупроводников	Отсутствие знаний	Фрагментарное знание этических норм поведения личности, особенностей работы научного коллектива в области физики полупроводников	В целом успешное знание этических норм поведения личности, особенностей работы научного коллектива в области физики полупроводников	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание этических норм поведения личности, особенностей работы научного коллектива в области физики полупроводников	Успешное и систематическое знание этических норм поведения личности, особенностей работы научного коллектива в области физики полупроводников
УМЕТЬ: формулировать конкретные задачи и план действий по реализации поставленных целей, проводить исследования, направленные на решение поставленной задачи в рамках научного коллектива, анализировать и представлять полученные при этом результаты	Отсутствие умений	Частично освоенное умение формулировать конкретные задачи и план действий по реализации поставленных целей, проводить исследования, направленные на решение поставленной задачи в рамках научного коллектива, анализировать и представлять полученные при этом результаты	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение формулировать конкретные задачи и план действий по реализации поставленных целей, проводить исследования, направленные на решение поставленной задачи в рамках научного коллектива, анализировать и представлять полученные при этом результаты	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение формулировать конкретные задачи и план действий по реализации поставленных целей, проводить исследования, направленные на решение поставленной задачи в рамках научного коллектива, анализировать и представлять полученные при этом результаты	Сформированное умение формулировать конкретные задачи и план действий по реализации поставленных целей, проводить исследования, направленные на решение поставленной задачи в рамках научного коллектива, анализировать и представлять полученные при этом результаты
ВЛАДЕТЬ: систематическими знаниями по выбранной направленности подготовки, навыками проведения исследовательских работ по предложенной теме в составе научного коллектива	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение систематических знаний по выбранной направленности подготовки, навыков проведения исследовательских работ по предложенной теме в составе научного коллектива	В целом успешное, но не систематическое применение знаний по выбранной направленности подготовки, навыков проведения исследовательских работ по предложенной теме в составе научного коллектива	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение систематических знаний по выбранной направленности подготовки, навыков проведения исследовательских работ по предложенной теме в составе научного коллектива	Успешное и систематическое применение знаний по выбранной направленности подготовки, навыков проведения исследовательских работ по предложенной теме в составе научного коллектива

ПК-1 Способность к методически грамотному изложению материала учебных дисциплин при чтении лекций, построении практических занятий, разработке учебных пособий и к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы, получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности 01.04.10 «Физика полупроводников»

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: основы физики полупроводников, технологии выращивания полупроводниковых материалов и изготовления приборных структур на их основе	Отсутствие знаний	Фрагментарное знание физических основ физики полупроводников, технологии выращивания полупроводниковых материалов и изготовления приборных структур на их основе	В целом успешное знание физических основ физики полупроводников, технологии выращивания полупроводниковых материалов и изготовления приборных структур на их основе	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание физических основ физики полупроводников, технологии выращивания полупроводниковых материалов и изготовления приборных структур на их основе	Успешное и систематическое знание физических основ физики полупроводников, технологии выращивания полупроводниковых материалов и изготовления приборных структур на их основе
УМЕТЬ: самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты в области полупроводников и полупроводниковых наноструктур и анализировать их результаты, разрабатывать новые модели физических процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния, исследовать оптоэлектронные свойства полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур	Отсутствие умений	Частично освоенное умение самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты в области полупроводников и полупроводниковых наноструктур и анализировать их результаты, разрабатывать новые модели физических процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния, исследовать оптоэлектронные свойства полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты в области полупроводников и полупроводниковых наноструктур и анализировать их результаты, разрабатывать новые модели физических процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния, исследовать оптоэлектронные свойства полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты в области полупроводников и полупроводниковых наноструктур и анализировать их результаты, разрабатывать новые модели физических процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния, исследовать оптоэлектронные свойства полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур	Сформированное умение самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты в области полупроводников и полупроводниковых наноструктур и анализировать их результаты, разрабатывать новые модели физических процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния, исследовать оптоэлектронные свойства полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур

ВЛАДЕТЬ: способностями анализа и оценки научной информации, навыками моделирования физических процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния, навыками работы с исследовательским и контрольно-измерительным оборудованием для изучения оптических свойств полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение способностей анализа и оценки научной информации, навыков моделирования физических процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния, навыков работы с исследовательским и контрольно-измерительным оборудованием для изучения оптических свойств полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур	В целом успешное, но не систематическое применение способностей анализа и оценки научной информации, навыков моделирования физических процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния, навыков работы с исследовательским и контрольно-измерительным оборудованием для изучения оптических свойств полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение способностей анализа и оценки научной информации, навыков моделирования физических процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния, навыков работы с исследовательским и контрольно-измерительным оборудованием для изучения оптических свойств полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур	Успешное и систематическое применение способностей анализа и оценки научной информации, навыков моделирования физических процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния, навыков работы с исследовательским и контрольно-измерительным оборудованием для изучения оптических свойств полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур
---	--------------------	--	--	--	---