

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Научно-технологический центр уникального приборостроения
Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ

ВРИО директора
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Научно-технологического
центра уникального приборостроения
Булатов М.Ф.
«30» марта 2016г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Приборы и методы экспериментальной физики»

(наименование дисциплины)

Направление подготовки:

03.06.01 - Физика и астрономия

(указывается код и наименование направления подготовки)

Направленность подготовки:

01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики»

(указывается наименование направленности)

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Форма обучения: очная

Москва, 2016 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Цель данной дисциплины – ознакомление с методами экспериментальных исследований, включая способы регистрации сигналов, методы проведения прецизионных измерений, способы обработки экспериментальной информации методы автоматизации экспериментов.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к **обязательным** дисциплинам программы аспирантуры.

Актуальность данного курса обусловлена необходимостью дальнейшего развития методов экспериментальной физики и их успешное использование при установлении новых фундаментальных физических закономерностей.

Для эффективного изучения дисциплины требуется использование дополнительной литературы, а также непосредственное участие при подготовке и проведении экспериментов.

Экспериментальные исследования являются основой для установления основных закономерностей физических явлений и процессов. В связи с этим необходимо ознакомление с методами современной экспериментальной физики, способах обработки экспериментальных результатов, приборной базой и новых тенденциях при проведении экспериментальных исследований. Поскольку экспериментальные исследования выполняются практически для всех направлений физики преподавание методов экспериментальных исследований необходимо при изложении основ механики, оптики, электричества, ядерной физики и других разделов физики.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

1. способности к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
2. способности проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
3. готовности участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
4. готовности использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

5. способности планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);
6. способности самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
7. готовности к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

8. способности к проведению экспериментальных и теоретических исследований, направленных на разработку новых принципов и методов физических измерений, а также к созданию новых приборов и устройств для изучения физических явлений и процессов (ПК-1).

Карты профессиональных компетенций

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: ПК-1 (01.04.01) Способность к проведению экспериментальных и теоретических исследований, направленных на разработку новых принципов и методов физических измерений, а также к созданию новых приборов и устройств для изучения физических явлений и процессов.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Профессиональная компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки «Физика и астрономия» осваивается в течение всего периода обучения в рамках дисциплин (модулей) вариативной части и педагогической практики независимо от формирования других компетенций, и обеспечивает реализацию обобщенной трудовой функции «Проводить научные исследования и реализовывать проекты»

ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры должен:

ЗНАТЬ: физическую, естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, основные тенденции развития в разработке приборов и методов экспериментальной физики;

УМЕТЬ: осуществлять отбор материала, характеризующего область приборов и методов экспериментальной физики, с учетом конкретной научной или технической задачи;

ВЛАДЕТЬ: навыками работы в научном коллективе; приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению научных задач в области приборов и методов экспериментальной физики.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК-1)
И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p>ЗНАТЬ: методики анализа современных физико-технических проблем, способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач разработки приборов и методов экспериментальной физики.</p>	<p>Не имеет базовых знаний о методиках анализа современных физико-технических проблем разработки приборов и методов экспериментальной физики, способах и методах решения экспериментальных и теоретических задач</p>	<p>Допускает существенные ошибки при раскрытии содержания методик анализа современных физико-технических проблем разработки приборов и методов экспериментальной физики, способов и методов решения экспериментальных и теоретических задач</p>	<p>Демонстрирует частичные знания содержания методик анализа современных физико-технических проблем разработки приборов и методов экспериментальной физики, способов и методов решения экспериментальных и теоретических задач, указывает способы реализации, но не может обосновать возможность их использования в конкретных ситуациях</p>	<p>Демонстрирует знания сущности методик анализа современных физико-технических проблем разработки приборов и методов экспериментальной физики, способов и методов решения экспериментальных и теоретических задач, отдельных особенностей методик и способов их реализации, но не выделяет критерии выбора конкретных методов и способов при решении научных задач</p>	<p>Раскрывает полное содержание методик анализа современных физико-технических проблем разработки приборов и методов экспериментальной физики, способов и методов решения экспериментальных и теоретических задач, всех их особенностей, аргументировано обосновывает критерии выбора методик анализа современных физико-технических проблем разработки приборов и методов экспериментальной физики, способов и методов решения экспериментальных и теоретических задач при решении профессиональных задач</p>

<p>УМЕТЬ: критически анализировать современные физико-технические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты, исходя из тенденций развития приборов и методов экспериментальной физики.</p>	<p>Не умеет и не готов критически анализировать современные физико-технические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности</p>	<p>Имея базовые представления о современных физико-технических проблемах разработки приборов и методов экспериментальной физики, и способах их решения, не способен определить границы их применимости в конкретных ситуациях</p>	<p>При анализе конкретной научной задачи не учитывает тенденции развития разработки приборов и методов экспериментальной физики</p>	<p>Умеет критически анализировать современные физико-технические проблемы, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты, но не полностью учитывает тенденции развития области разработки приборов и методов экспериментальной физики</p>	<p>Готов и умеет критически анализировать проблемы разработки приборов и методов экспериментальной физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты, исходя из тенденций развития области разработки приборов и методов экспериментальной физики</p>
--	--	---	---	---	---

<p>ВЛАДЕТЬ: приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению научных задач разработки приборов и методов экспериментальной физики</p>	<p>Не владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению задач разработки приборов и методов экспериментальной физики</p>	<p>Владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных научных задач разработки приборов и методов экспериментальной физики, допуская ошибки при выборе приемов и технологий и их реализации</p>	<p>Владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных задач разработки приборов и методов экспериментальной физики, давая не полностью аргументированное обоснование предлагаемого варианта решения</p>	<p>Владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач разработки приборов и методов экспериментальной физики, полностью аргументируя предлагаемые варианты решения</p>	<p>Демонстрирует владение системой приемов и технологий целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению нестандартных профессиональных задач разработки приборов и методов экспериментальной физики, полностью аргументируя выбор предлагаемого варианта решения</p>
---	---	---	---	--	--

Примечания:

* В качестве планируемых результатов обучения для формирования компетенции могут быть выделены не все предложенные категории («владеть (навыком, методом, способом, технологией пр.), «уметь» и «знать»)), а только их часть, при этом под указанными категориями понимается:

«знать» – воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты.

«уметь» – решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения;

«владеть» – решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, формируется в процессе получения опыта деятельности.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРОЦЕДУРЫ И ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ У ОБУЧАЮЩИХСЯ

Предусмотрены следующие виды контроля и аттестации обучающихся при освоении основных образовательных программ:

- текущий контроль успеваемости;
- промежуточная аттестация по завершению периода обучения (учебного года (курса), семестра);
- рубежный контроль (по завершению освоения образовательного модуля) – *проводится в случае реализации образовательной программы в модульном или частично модульном формате;*
- итоговая (государственная итоговая) аттестация по завершению основной образовательной программы в целом.

Под **образовательным модулем** понимается структурный элемент образовательной программы, имеющий определённую логическую завершенность по отношению к требуемым результатам освоения образовательной программы в целом (компетенциям). Образовательный модуль имеет «входные требования» в виде набора необходимых для его освоения компетенций (или ВУЗов) и четко сформулированные планируемые результаты обучения, которые в совокупности должны обеспечить обучающемуся освоение одной компетенции или группы компетенций. Если модуль столь велик, что не может быть реализован в течение одного учебного года, его можно разделить на учебные элементы (дисциплины, части дисциплин, междисциплинарные виды учебной деятельности), каждый из которых реализуется в рамках одного семестра или учебного года. Для таких учебных элементов должны быть определены свои результаты обучения (имеющие промежуточный характер по отношению к результатам обучения по модулю в целом), создано соответствующее учебно-методическое обеспечение (согласованное с рабочей программой и учебно-методическим обеспечением модуля в целом). Учебные элементы модуля, которые реализуются в рамках одного учебного года, должны заканчиваться промежуточной аттестацией. По результатам освоения всего модуля должен быть проведен рубежный контроль уровня сформированности запланированной компетенции (компетенций). Модуль может осваиваться параллельно или последовательно с другими структурными элементами образовательной программы, дискретно или непрерывно.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин (модулей) и прохождения практик, он может проводиться в виде оценки участия обучающихся в научных и научно-методических мероприятиях, в т.ч. семинарах, дискуссиях, конференциях, исследовательской и публикационной активности, результативности исследовательской и преподавательской деятельности и т.д.

По ПК-1 проводится в основном в виде оценки подготовленных по промежуточным результатам проведенных исследований материалов для участия в научных семинарах и конференциях, собственно участия в научных семинарах и конференциях, а также в виде оценки публикационной активности и результативности исследовательской деятельности.

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по каждой дисциплине (модулю) и практике за определенный период обучения (семестр) и может проводиться в форме экзаменов, зачетов, защиты промежуточных результатов исследовательской работы, в т.ч. подготовленных в виде публикаций в соответствии с предъявляемыми требованиями и др.

По ПК-1 проводится в форме защиты перед аттестационной комиссией промежуточных результатов исследовательской работы, как правило, за годовой период обучения с предоставлением рабочих материалов и публикаций.

Рубежный контроль имеет целью определить степень сформированности отдельных компетенций обучающихся по завершению освоения образовательного модуля. Рубежный контроль может проводиться в форме решения комплексной задачи, защиты промежуточных итогов исследовательской работы и др. По срокам проведения рубежный контроль может совпасть с временем проведения промежуточной аттестации.

По ПК-1 проводится во время промежуточных аттестаций в процессе защит промежуточных итогов исследовательской работы и оценивается степень владения методологией теоретических и экспериментальных исследований.

Итоговая (государственная итоговая) аттестация имеет целью определить степень сформированности всех компетенций обучающихся (или всех ключевых компетенций, определенных образовательной организацией совместно с работодателями – заказчиками кадров). ГИА проводится в форме кандидатских экзаменов по обязательным дисциплинам учебного плана по направлению подготовки и выбранной научной специальности (профиля).

Рекомендуемые типы контроля для оценивания результатов обучения.

Для оценивания результатов обучения в виде **знаний** используются следующие типы контроля:

- тестирование;
- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.

Тестовые задания должны охватывать содержание всего пройденного материала. Индивидуальное собеседование, письменная работа проводятся по разработанным вопросам по отдельному учебному элементу программы (дисциплине).

Для оценивания результатов обучения в виде **умений и владений** используются следующие типы контроля:

- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

По сложности ПКЗ разделяются на простые и комплексные задания.

Простые ПКЗ предполагают решение в одно или два действия. К ним можно отнести: простые ситуационные задачи с коротким ответом или простым действием; несложные задания по выполнению конкретных действий. Простые задания применяются для оценки умений. Комплексные задания требуют многоходовых решений как в типичной, так и в нестандартной ситуациях. Это задания в открытой форме, требующие поэтапного решения и развернутого ответа, в т.ч. задания на индивидуальное или коллективное выполнение проектов, на выполнение практических действий или лабораторных работ. Комплексные практические задания применяются для оценки владений.

Типы практических контрольных заданий:

- задания на установление последовательности разработки программы исследования при решении профессиональной задачи в области математики и механики;
- задания на аргументированное обоснование критериев выбора методики исследования при решении профессиональной задачи в области математики и механики;
- задания на разработку плана реализации экспериментальных исследований, учитывающего ресурсные и временные ограничения участников проекта;
- задания на понимание специфики особенностей различных типов представления результатов экспериментальных исследований перед разными аудиториями;
- задания на умение интерпретировать, представлять и применять полученные результаты экспериментальных исследований, исходя из тенденций развития математики и механики.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц.

5. Содержание разделов дисциплины (лекции – 1 ЗЕ)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Общие методы измерения физических величин	Методы измерения времени. Методы измерения частот. Стандарты частоты. Методы измерений длины, в том числе наноразмерных объектов. Методы измерения термодинамических величин. Методы измерения оптических величин. Дифференциальные, корреляционные, модуляционные и другие методы измерений. Детектирующие элементы.
2.	Современная экспериментальная техника	Оптические приборы. Классические элементы. Оптоволоконные устройства. Спектральные приборы. Основные виды спектрального анализа. Аппаратная функция спектрального прибора. Акустооптические устройства. Интерферометрические приборы и методы. Фурье-спектрометры. Источники света. Лазеры. Детекторы света. Матричные приемники. Радиотехнические, радиофизические, радиоэлектронные методы и устройства. Регистрация непрерывных и импульсных величин.

3.	Виды, принципы, характеристики измерений	<p>Системы единиц. Универсальные постоянные и естественные системы единиц.</p> <p>Прямые, косвенные, статистические и динамические измерения. Оценки погрешностей. Принципиальные ограничения на точность измерений (физические пределы).</p> <p>Основные принципы построения приборов для измерений оптических спектральных величин.</p> <p>Фундаментальные шумы в измерительных устройствах. Тепловой шум. Формула Найквиста. Теорема Калена-Вельтона.</p> <p>Дробовой шум в электронных и оптических приборах. Шумы $1/f$. Квантовые эффекты в физических измерениях. Соотношения неопределенности. Квантовые невозмущающие измерения. Квантовые эталоны единиц физических величин (примеры).</p>
4.	Достоверность и погрешность измерений	<p>Случайные события. Условные вероятности. Распределение вероятности. Моменты.</p> <p>Распределения вероятностей. Распределение Пуассона (дробовой шум). Экспоненциальное распределение. Нормальное распределение и центральная предельная теорема. Корреляции случайных величин.</p> <p>Случайные процессы. Эргодичность. Стационарные случайные процессы.</p> <p>Спектральная плотность. Теорема Винера-Хинчина. Оценка параметров случайных величин. Выборочные средние и дисперсии. Выборочные распределения.</p> <p>t- распределение Стьюдента.</p> <p>Определение средних значений измеряемых параметров и их погрешностей в прямых и косвенных измерениях.</p> <p>Техника оценки параметров при разных распределениях погрешностей измерений.</p> <p>Средние и вероятные значения переменных. Параметрические и непараметрические оценки.</p>

5.	Методы анализа результатов физических измерений	<p>Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Интерполяция (линейная. Квадратичная, кубическая, сплайны и т.п.).</p> <p>Метод наименьших квадратов. Фурье-анализ. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Вэйвлет-анализ.</p> <p>Статистическая проверка гипотез. Критерий согласия и методы их использования. Критерий Колмогорова. Критерий χ^2.</p> <p>Прямые и обратные задачи. Некорректные задачи. Обратные задачи при анализе результатов измерений и методы их решения.</p> <p>Метод максимального правдоподобия и его применение.</p>
6.	Моделирование физических процессов	<p>Аналитическое описание физических процессов.</p> <p>Использование моделей физических процессов.</p> <p>Метод статистических испытаний, методика его применения.</p> <p>Планирование эксперимента, выбор метода и средств, методы оценки ожидаемых результатов и их погрешностей. Учет влияния прибора на результаты измерений.</p>
7.	Цифровая обработка сигналов и экспериментальных данных	<p>Сигналы как математические функции.</p> <p>Непрерывные представления сигналов.</p> <p>Дискретизация и поэлементное квантование.</p> <p>Теорема отсчетов (теорема Котельникова).</p> <p>Восстановление сигналов как обратная задача.</p> <p>Регуляризация решения при восстановлении сигналов. Метод регуляризации Тихонова.</p> <p>Оптимальная линейная фильтрация.</p> <p>Среднеквадратичные ошибки восстановления.</p> <p>Погрешность эксперимента. Величина и доверительный интервал. Сравнение величин.</p> <p>Нахождение стохастической закономерности.</p> <p>Аппроксимация функций. Линейная и нелинейная аппроксимация. Сглаживание и интерполяция сплайнами.</p>

8.	Автоматизация научных исследований	<p>Способы преобразования данных и сигналов.</p> <p>Хранение, обработка, отображение и передача данных.</p> <p>Контроль процессов измерений в реальном времени.</p> <p>Аппаратные и программные средства синхронизации процессов.</p> <p>Накопление экспериментальных данных, создание банков данных.</p> <p>Экспресс-измерения.</p> <p>Мониторинг.</p> <p>Оптические методы исследования атмосферы, морей и океанов, поверхности материков.</p> <p>Радиофизические методы исследования Земли.</p> <p>Архитектура и основные компоненты современных компьютерных систем.</p> <p>Типы периферийных устройств.</p> <p>Понятие виртуального устройства.</p> <p>Взаимодействие человека и прибора (системы) при измерениях и управлением процессами.</p> <p>Общие характеристики интерфейсов.</p> <p>Адаптивные и самообучающиеся системы.</p> <p>Принципы организации информационных сетей.</p> <p>Кабельные и беспроводные сети.</p> <p>Локальные и глобальные сети.</p> <p>Распределенные средства хранения и обработки данных и другие сетевые сервисы.</p> <p>Удаленное управление приборами и системами.</p>
----	---	--

9.	Программное обеспечение систем автоматизации	<p>Системное программное обеспечение. Драйверы устройств. Прикладное программное обеспечение. Текстовые процессоры, электронные таблицы, базы данных, презентационные программы. Графические программные системы. Языки программирования низкого и высокого уровней. Языки программирования компилирующего и интерпретирующего типов. Структурное программирование. Объектно-ориентированное программирование. Графическое программирование. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Решение нелинейных уравнений. Минимизация функций одной или нескольких переменных. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Численное интегрирование. Численное дифференцирование.</p>
----	---	---

6. Лабораторный практикум (объём – 1 ЗЕ)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Примеры выполняемых экспериментальных работ	Трудо-емкость (час.)
1.	Методы обработки экспериментальных данных	Компьютерная обработка и графическое представление данных. Оценка погрешности	0,3
2.	Экспериментальные методы классической и квантовой физики	Регистрация интерферограмм и их анализ	0,3
3	Экспериментальные исследования электрических, магнитных и оптических процессов	Регистрация оптических спектров	0,4

7. Ресурсное обеспечение

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г.С. Ландсберг. Оптика. М. «ФИЗМАТЛИТ», 2010 г.
2. Теория вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с примерами и задачам. – «Физматлит», 2002 г.
3. Сергеев А.Г. Метрология. М: Логос, 2005.
4. Боровков А.А. Математическая статистика, М., Лань 2010.
5. Лабораторный практикум по общей физике. Т.1. Под ред. А.Д. Гладуна – М.: Из-во МФТИ, 2004 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Займан. Электроны и фононы. ИЛ. 1962 г.
2. М. Борн, Э. Вольф. Основы оптики. М. «Наука», 1973 г.
3. А. Ярив, П. Юх. Оптические волны в кристаллах. М. «Мир», 1987 г.
4. Физическая энциклопедия. т. 1-5. Изд. «Советская энциклопедия», М., 1988-1998.
5. Брагинский В. Б., Манукин А. Б. Измерение малых сил в физических экспериментах. Москва, Наука, 1974 г.
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика. М.: Наука, 1980.
7. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Введение в статистическую радиофизику и оптику. М.: Наука, 1981.
8. Мандель Л., Вольф Э. Оптическая когерентность и квантовая оптика. М.: Физматлит, 2000.
9. Клышко Д.Н. Физические основы квантовой электроники. М.: Наука, 1986.
10. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
11. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике. М., Наука, 1988.
12. Исимару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. Т. 1,2. М.: Мир, 1981.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Современные спектрометры, лазерные источники, интерферометры, дифракционные решётки, осциллографы, фотоумножители, многоэлементные приёмники излучения.

Зал, оснащенный компьютером с проектором, обычной доской – для проведения семинаров, лекционных и практических занятий.

9. Образовательные технологии.

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Обучение по дисциплине ведется с применением как традиционных методов, так и с использованием инновационных подходов: активное участие аспирантов в научных семинарах, представление докладов на научные конференции, подготовка научных статей, подготовка презентаций по литературе и по теме диссертации, освоение новых средств автоматизации и компьютеризации выполняемых научных исследований.

Виды самостоятельной работы: в домашних условиях, в читальном зале библиотеки, на компьютерах с доступом к базам данных и ресурсам Интернет, в лабораториях с доступом к лабораторному оборудованию и приборам.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное и научное программное обеспечение, ресурсы Интернет.

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля:

- 1.1. Системы единиц.
- 1.2. Критерии точности измерений.
- 1.3. Методы анализа физических измерений
- 2.1. Акустоэлектронные и акустооптические устройства.
- 2.2. Методы регистрации и обработки результатов эксперимента при исследовании взаимодействия электронов с твердым телом.
- 2.3. Экспериментальные методы физики полупроводников и диэлектриков.
- 2.4. Лазеры.
- 2.5. Методы экспериментальной спектроскопии.
- 2.6. Волоконно-оптические линии связи.
- 2.7. Методы радиолокационных исследований планет.
- 2.8. Радиофизические методы исследования Земли.

- 3.1. Процесс исследования как объект автоматизации.
- 3.2. Принципы создания систем автоматизации экспериментов.
- 3.3. Формализация сложной системы.
- 3.4. Математические схемы описания элементов сложных систем.
- 3.5. Моделирование сложных систем.
- 3.6. Производительность и надежность систем.
- 4.1. Элементы теории сигналов.
- 4.2. Дискретизация и квантование сигналов.
- 4.3. Восстановление сигналов.
- 4.4. Статистическая обработка данных.
- 4.5. Интерполяция данных.
- 4.6. Сглаживание данных.
- 5.1. Логический уровень описания баз данных в системах автоматизации.
- 5.2. Физическая организация данных.
- 6.1. Характеристики современных компьютеров.
- 6.2. Средства сопряжения.
- 6.3. Организация интерактивных систем автоматизации экспериментов.
- 7.1. Системное программное обеспечение.
- 7.2. Прикладное программное обеспечение.
- 7.3. Языки программирования.
- 8.1. Задачи реального времени.
- 8.2. Технология программирования.
- 8.3. Надежность программного обеспечения.
- 8.4. Методы оценки программ.
- 8.5. Численные методы в экспериментальной физике.
- 9.1. Локальные сети.
- 9.2. Глобальные сети.

11. Язык преподавания
Русский.