

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»
Кафедра «Приборостроение»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.1

«Нанопотоника»

направления подготовки

11.06.01 "Электроника, радиотехника и системы связи"

(Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нано-
электроника, приборы на квантовых эффектах)

квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

форма обучения - очная
курс – 3
семестры – 5
зачетных единиц – 3
всего часов – 108,
в том числе:
лекции –18
коллоквиумы – нет
практические занятия – 18
лабораторные занятия - нет
самостоятельная работа – 72
часов в неделю – 3
экзамен – 5 семестр

Саратов, 2015

1. Цели и задачи дисциплины:

- профессиональная подготовка студентов в области нанофотоники;
- создание у студентов широкой теоретической подготовки в области нанофотоники на современном научном уровне, обеспечивающей возможность использования новейших физических принципов;
- формирование у студентов научного мышления и современной естественнонаучной картины мира;
- формирование у студентов навыков работы с современной научной аппаратурой и выработка навыков проведения научных исследований;
- ознакомление студентов с современными достижениями теории наноразмерных материалов, состоянием технологии изготовления наноструктур;
- формирование у студентов систематических знаний о методах решения практических задач нанофотоники на основе современных математических моделей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Данная учебная дисциплина входит в вариативную часть дисциплин учебного плана подготовки аспирантов по направлению 11.06.01 “Электроника, радиотехника и системы связи”.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате изучения курсов “Нано- и микроэлектроника”, “Физика твердого тела”, “Преподавательская деятельность в ВУЗе”, “Профессионально-ориентированная коммуникация в системе высшего образования”.

Компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, используются при изучении следующих дисциплин: “Нанотехнологии / Физика низкоразмерных структур”, “Применение микро- и наноэлектроники в сенсорике/Квантово-размерные структуры”, “Физика и техника наноструктур”, “Исследование и моделирование функциональных и эксплуатационных характеристик приборов микро- и наноэлектроники.

Компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, могут быть полезны при прохождении Научно-исследовательской деятельности.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Изучение дисциплины «Нанофотоника» направлено на формирование следующих компетенций.

3.1 Профессиональными компетенциями:

готовность к проведению теоретических и экспериментальных исследований физических явлений и процессов с использованием современных математических и физических методов, в том числе в междисциплинарных областях (ПК-1);

способность к разработке феноменологических и конструктивных моделей исследуемых физических явлений и процессов (ПК-2);

готовность к применению современных компьютерных методов обработки и анализа данных и систем автоматизации эксперимента в физических исследованиях (ПК-3);

способность к нахождению и использованию аналогий между различными физическими явлениями применительно к анализу исследуемых физических явлений и процессов (ПК-4);

3.2 общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

способностью самостоятельно осуществлять научно – исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

В результате освоения дисциплины "Нанофотоника":

Аспирант должен знать:

современные представления о генерации и поглощения излучения в гетероструктурах с квантовыми слоями, нитями, точками;

математические методы, позволяющие адекватно построить математическую модель прибора или устройства на основе наноразмерных элементов.

Аспирант должен уметь:

применять полученные знания для разработки новых наноструктурированных устройств.

применять физические законы для решения практических задач нанофотоники;

выделять главное содержание исследуемого физического явления и выбирать оптимальную физическую модель его описания, позволяющую рассчитать адекватные характеристики прибора;

Аспирант должен владеть:

методами расчета характеристик наноструктурированных устройств генерации, усиления, модуляции, передачи и детектирования электромагнитного излучения.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий.

№ недели	№ темы	Наименование темы	Часов					
			Всего	лек.	колл.	л.з.	пр.з.	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-2	1	Введение. Классификация наноразмерных объектов и области их применения	10	2	-	-	-	8
3-4	2	Оптические и электронные свойства диэлектриков и полупроводников	14	4	-	-	-	10
5-6	3	Методы математического описания оптических свойств диэлектрических и полупроводниковых наноструктур, композитов на основе наноструктур	12	2	-	-	8	2
7-8	4	Методы синтеза наноструктур. Размерные эффекты в наноструктурах	12	2	-	-	-	10
9-10	5	Свойства и области применения полупроводниковых наночастиц. Свойства и области применения оптических композитов с полупроводниковыми наночастицами	16	2	-	-	-	14
11-12	6	Свойства и области применения оптических композитов с диэлектрическими наночастицами	14	2	-	-	4	8
13-16	7	Свойства и области применения полупроводниковых наноструктур с квантовыми ямами	16	4	-	-	4	8
17-18	8	Субнаноразмерные объекты: молекулярные кластеры, их свойства и применение	14	2	-	-	-	12
Всего			108	18	-	-	18	72

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции.	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
5-ый семестр.				
1	2	1	Квантовая яма. Квантовая проволока. Квантовая точка.	[1],[5]
2	4	2	Диэлектрическая проницаемость. Показатель преломления. Коэффициент поглощения. Энергетическая зона	[2],[4],[5]
3	2	3	Сечение поглощения. Сечение рассеяния. Эффективная диэлектрическая проницаемость	[1],[5]
4	2	4	Химический метод. Эпитаксия. Лазерный метод. Классические размерные эффекты. Квантово-размерные эффекты.	[1],[5]
5	2	5	Люминесценция. Нанолазер. Оптический композит. Нелинейно-оптический композит. Люминесцентное стекло.	[2-4],[5]
6	6	6-7	Стеклокерамика с диэлектрическими нанокристаллами. Люминесценция ионов редкоземельных и переходных металлов. Активная лазерная среда. Пассивный модулятор добротности резонатора.	[1],[4],[5]
7	2	8	Квантовая яма. Полупроводниковая сверхрешетка. Полупроводниковый фотодиод. Полупроводниковый лазер.	[2],[5]
8	2	9	Молекулярный кластер. Люминесцентное стекло с молекулярными кластерами.	[1],[4],[5]

6. Содержание коллоквиумов
Коллоквиумы не предусмотрены.

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ практ. занятия	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
3	8	1-4	Расчет и исследование поглощения излучения в оптическом спектре в гетероструктурах с квантовыми слоями, нитями, точками. Разработка математической модели полупроводниковых и сверхпроводниковых источников и детекторов электромагнитного излучения.	[2],[4],[5]
6	4	5-6	Расчет характеристик наноструктурированных оптических волокон и устройств на их основе.	[1],[4],[5]
7	4	7-8	Разработка и анализ математической модели светодиодов на основе полупроводниковых гетероструктур и на органической основе.	[2-4],[5]

8. Перечень лабораторных работ.
Лабораторные работы не предусмотрены

9. Задания для самостоятельной работы аспирантов.

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1-2	18	Термический метод.	[1],[5],[7-16]
3-6	34	Фотохромное стекло. Фоторефрактивное стекло.	[1],[2],[7-16]
7-8	20	Насыщение экситонного поглощения.	[2],[3],[7-16]
<i>Всего часов:72</i>			

10. Расчетно-графическая работа – нет.

11. Курсовая работа – нет.

12. Курсовой проект – нет.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Карта компетенций дисциплины «Нанопотоника»					
Компетенции		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно – исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)	<p><u>Знать:</u> Основные разделы современной нанопотоники</p> <p><u>Уметь:</u> Сформулировать цель и задачи исследования. Анализировать и делать выводы на основе материала приводимого в учебной и научной литературе.</p>	Лекции, СРС.	1.Устный ответ. 2.Экзамен.	<p><u>Пороговый (удовлетворительно)</u> <u>Знает:</u> основные физические понятия, основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике <u>Умеет:</u> пользоваться методической и вспомогательной литературой для осуществления решения задач. <u>Владеет:</u> Навыком самостоятельной работы в области учебной работы.</p> <p align="center"><u>Продвинутый (хорошо)</u></p>

		<p><u>Владеть:</u> Навыком самостоятельной работы в области учебной и научной работы. Навыком применения знаний полученных в ходе лекционных и практических занятий.</p>			<p><u>Знает:</u> понимает связи между различными физическими понятиями; аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи</p> <p><u>Умеет:</u> Применять методы решения задач в различных ситуациях; умеет корректно выражать и аргументировано обосновывать положения предметной области знания. Пользоваться научной литературой для осуществления расчетов. Пользоваться данными экспериментальных исследований для осуществления расчетов.</p> <p><u>Владеет:</u> Навыком самостоятельной работы в области научной и учебной работы.</p> <p><u>Высокий (отлично)</u> <u>Знает:</u> Устанавливает связи между физическими идеями, теориями.</p> <p><u>Умеет:</u> Пользоваться научной литературой для осуществления расчетов. Оценивать достоверность полученного решения задачи; оценивает различные методы решения задачи и выбирает оптимальный метод. Анализировать и делать выводы на основе материала приводимого в научной литературе.</p> <p><u>Владеет:</u> Навыком передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания. Навыком применения знаний полученных в ходе лекционных, практических занятий.</p>
ПК-1	готовность к проведению теоретических и экспериментальных исследований физических явлений и процессов с использованием	<p><u>Знать</u> Основные методы теоретических и экспериментальных исследований, применяемые в современной нелинейной динамике.</p>	Лекции, СРС.	1. Устный ответ. 2. Экзамен.	<p><u>Пороговый (удовлетворительно)</u> <u>Знает:</u> основные физические понятия, основные методы решения типовых задач нанофотоники.</p> <p><u>Умеет:</u> пользоваться методической и справочной</p>

	<p>современных математических и физических методов, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p><u>Уметь</u> Выполнять расчеты параметров динамических систем. <u>Владеть</u> Математическим аппаратом, используемым при проведении расчетов в нелинейной физической механике и смежных областях.</p>			<p>литературой для решения задач нанофотоники.</p> <p><u>Владеет:</u> Навыком самостоятельного решения задач, приведенных в учебной литературе по нанофотонике.</p> <p><u>Продвинутый (хорошо)</u> <u>Знает:</u> понимает связи между различными физическими понятиями нанофотоники; аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи.</p> <p><u>Умеет:</u> Применять методы решения задач в различных ситуациях; умеет корректно выражать и аргументировано обосновывать положения нанофотоники. Пользоваться научной литературой для осуществления расчетов. Пользоваться данными экспериментальных исследований для осуществления расчетов.</p> <p><u>Высокий (отлично)</u> <u>Знает:</u> Устанавливает связи между физическими идеями из области нанофотоники.</p> <p><u>Умеет:</u> Пользоваться научной литературой для осуществления расчетов. Оценивать достоверность полученного решения задачи; оценивает различные методы решения задач по нанофотонике. Анализировать и делать выводы на основе материала приводимого в научной литературе..</p> <p><u>Владеет:</u> Навыком передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания, а также навыком использования полученных результатов в междисциплинарных областях.</p>
ПК-2	способность к разработке	<u>Знает</u> Математические и	Лекции, Практическ	1. Устный ответ.	<u>Пороговый (удовлетворительно)</u>

	<p>феноменологических и конструктивных моделей исследуемых физических явлений и процессов</p>	<p>физические методы, используемые при построении феноменологических и конструктивных моделей исследуемых физических явлений и процессов.</p> <p><u>Умеет</u> Подобрать феноменологические параметры для адекватного описания исследуемого явления, или процесса.</p> <p><u>Владеет</u> Навыками построения дифференциальных уравнений, устанавливающих связи между основными феноменологическими параметрами.</p>	<p>ие занятия, СРС.</p>	<p>2.Экзамен.</p>	<p><u>Знает</u> Примеры феноменологических и конструктивных моделей, которые используются в предметной области.</p> <p><u>Умеет</u> Обосновать выбор феноменологических параметров в наиболее часто используемых моделях.</p> <p><u>Владеет</u> Навыками для решения Дифференциальных уравнений и их систем, которые используются в предметной области.</p> <p><u>Продвинутый (хорошо)</u> <u>Знает</u> Математические методы необходимые для построения простых моделей в предметной области</p> <p><u>Умеет</u> Подобрать параметры необходимые для описания простых явлений в предметной области.</p> <p><u>Владеет</u> Навыками построения дифференциальных уравнений, необходимых для описания простейших процессов.</p> <p><u>Высокий (отлично)</u> <u>Знает:</u> Математические и физические методы необходимые для построения сложных моделей в предметной области</p> <p><u>Умеет</u> Подобрать феноменологические параметры необходимые для описания сложных явлений в предметной области.</p> <p><u>Владеет</u> Навыками построения дифференциальных уравнений, необходимых для описания сложных явлений и процессов.</p>
ПК-3	<p>готовность к применению современных компьютерных методов обработки и</p>	<p><u>Знает</u> Современные компьютерные методы обработки и анализа данных.</p>	<p>Лекции, Практические занятия, СРС.</p>	<p>1.Устный ответ. 2.Экзамен.</p>	<p><u>Пороговый (удовлетворительно)</u> <u>Знает</u> Основные математические методы, используемые при обработке экспериментальных</p>

	<p>анализа данных и систем автоматизации эксперимента в физических исследованиях</p>	<p><u>Умеет</u> Применять на практике компьютерные методы обработки и анализа данных.</p> <p><u>Владеет</u> Навыками автоматизации эксперимента в физических исследованиях</p>			<p>данных.</p> <p><u>Умеет</u> Использовать специальные функции ввода данных из файла на диске и вывода данных в файл, используемые в Matlab.</p> <p><u>Владеет</u> Навыками первичной обработки данных, состоящей в отыскании максимального и минимального значения выборки, а также в построении вариационного ряда и определения размаха варьирования.</p> <p><u>Продвинутый (хорошо)</u> <u>Знает</u> Основные математические методы, используемые при обработке экспериментальных данных, а также важнейшие понятия математической статистики.</p> <p><u>Умеет</u> Использовать специальные функции ввода данных из файла на диске и вывода данных в файл, используемые в Matlab. Находить числовые характеристики выборок и строить эмпирические распределения</p> <p><u>Владеет</u> Навыками первичной обработки данных, состоящей в отыскании максимального и минимального значения выборки, а также в построении вариационного ряда и определения размаха варьирования, а также группировки и графического представления (построения гистограмм) с использованием Matlab.</p> <p><u>Высокий (отлично)</u> <u>Знает:</u> Основные математические методы, используемые при обработке экспериментальных данных, а также важнейшие понятия математической статистики и методы получения точечных оценок.</p> <p><u>Умеет</u></p>
--	--	--	--	--	---

					<p>Использовать специальные функции ввода данных из файла на диске и вывода данных в файл, используемые в Matlab.</p> <p>Находить числовые характеристики выборок и строить эмпирические распределения, а также находить точечные оценки параметров равномерного распределения.</p> <p><u>Владеет</u></p> <p>Навыками первичной обработки данных, состоящей в отыскании максимального и минимального значения выборки, а также в построении вариационного ряда и определения размаха варьирования, а также группировки и графического представления (построения гистограмм).</p>
ПК-4	<p>способность к нахождению и использованию аналогий между различными физическими явлениями применительно к анализу исследуемых физических явлений и процессов</p>	<p><u>Знает</u></p> <p>Примеры аналогий между различными физическими явлениями.</p> <p><u>Умеет</u></p> <p>Использовать аналогии между различными физическими явлениями и процессами на практике.</p> <p><u>Владеет</u></p> <p>Навыками построения математической модели физического явления, основанной на аналогии с ранее изученными явлениями.</p>	<p>Лекции, Практические занятия, СРС</p>	<p>1. Устный ответ. 2. Экзамен.</p>	<p><u>Пороговый (удовлетворительно)</u></p> <p><u>Знает</u></p> <p>Примеры аналогий между различными явлениями из одной предметной области.</p> <p><u>Умеет</u></p> <p>Использовать аналогии между различными физическими явлениями и процессами в рамках одной предметной области на практике.</p> <p><u>Владеет</u></p> <p>Навыками построения математической модели физического явления, основанной на аналогии с ранее изученными явлениями в рамках одной предметной области.</p> <p><u>Продвинутый (хорошо)</u></p> <p><u>Знает</u></p> <p>Примеры аналогий между различными явлениями из одной предметной области, а также близких предметных областей.</p> <p><u>Умеет</u></p> <p>Использовать аналогии между различными физическими явлениями и процессами в рамках одной предметной области, а также из близких предметных областей на практике.</p>

					<p><u>Владеет</u> Навыками построения математической модели физического явления, основанной на аналогии с ранее изученными явлениями в рамках одной предметной области, а также близких предметных областей.</p> <p><u>Высокий (отлично)</u> <u>Знает:</u> Примеры аналогий между различными явлениями из одной предметной области, близких предметных областей, а также удаленных областей.</p> <p><u>Умеет</u> Использовать аналогии между различными физическими явлениями и процессами в рамках одной предметной области, близких предметных областей, а также удаленных областей на практике.</p> <p><u>Владеет</u> Навыками построения математической модели физического явления, основанной на аналогии с ранее изученными явлениями в рамках одной предметной области, близких, а также удаленных предметных областей.</p>
ПК-5	<p>способность к нахождению взаимосвязей между характеристиками физических явлений и процессов, используемыми в рамках различных подходов</p>	<p><u>Знает</u> Примеры взаимосвязей между характеристиками физических явлений и процессов, используемыми в рамках различных подходов.</p> <p><u>Умеет</u> Использовать взаимосвязи между характеристиками различных физических явлений и процессов на практике.</p> <p><u>Владеет</u> Навыками построения математической модели физического явления, основанной на взаимосвязи</p>	<p>Лекции, Практические занятия, СРС</p>	<p>1. Устный ответ. 2. Экзамен.</p>	<p><u>Пороговый (удовлетворительно)</u> <u>Знает</u> Примеры взаимосвязей между характеристиками физических явлений в рамках подходов из одной предметной области.</p> <p><u>Умеет</u> Использовать взаимосвязи между характеристиками физических явлений и процессов в рамках одной предметной области на практике.</p> <p><u>Владеет</u> Навыками построения математических моделей, основанных на взаимосвязи между характеристиками физических явлений в рамках одной предметной области.</p> <p><u>Продвинутый (хорошо)</u></p>

		<p>между характеристиками физических явлений и процессов, используемыми в рамках различных подходов.</p>			<p><u>Знает</u> Примеры взаимосвязей между характеристиками физических явлений в рамках подходов из одной предметной области, а также из близких предметных областей.</p> <p><u>Умеет</u> Использовать взаимосвязи между характеристиками физических явлений и процессов в рамках одной предметной области, а также из близких предметных областей на практике.</p> <p><u>Владеет</u> Навыками построения математических моделей, основанных на взаимосвязи между характеристиками физических явлений в рамках одной предметной области, а также из близких предметных областей.</p> <p><u>Высокий (отлично)</u> <u>Знает:</u> Примеры взаимосвязей между характеристиками физических явлений в рамках подходов из одной предметной области, близких, а также удаленных предметных областей.</p> <p><u>Умеет</u> Использовать взаимосвязи между характеристиками физических явлений и процессов в рамках одной предметной области, близких, а также удаленных предметных областей на практике.</p> <p><u>Владеет</u> Навыками построения математических моделей, основанных на взаимосвязи между характеристиками физических явлений в рамках одной предметной области, близких, а также удаленных предметных областей.</p>
--	--	--	--	--	---

Вопросы для зачета - нет
Экзаменационные билеты
5-ый семестр

Билет.1.

1. Квантовая яма. Квантовая проволока. Квантовая точка.
2. Структура молекулярных кластеров металлов. Люминесценция молекулярных кластеров.

Билет.2.

1. Диэлектрическая проницаемость. Показатель преломления. Коэффициент поглощения. Энергетическая зона
2. Туннелирование света через нанодоверстия. Нанодантенна. Концентратор.

Билет.3.

1. Сечение поглощения. Сечение рассеяния. Эффективная диэлектрическая проницаемость
2. Люминесценция наночастиц. Усиление люминесценции нанодоверстий, рамановского рассеяния.

Билет.4.

1. Люминесценция. Нанодазер. Оптический композит. Нелинейно-оптический композит. Насыщение экситонного поглощения.
2. Локализованный плазмон. Плазмонный резонанс. Локальное усиление поля.

Билет.5.

1. Стеклокерамика с диэлектрическими нанокристаллами. Люминесценция ионов редкоземельных и переходных металлов. Активная лазерная среда.
2. Термодиффузионный метод. Метод вакуумного напыления.

Билет.6.

1. Активная лазерная среда. Пассивный модулятор добротности резонатора. Фоторефрактивное стекло.
2. Локализованный плазмон. Плазмонный резонанс. Локальное усиление поля.

Билет.7.

1. Солитонные решения нелинейных эволюционных уравнений. Квантовая яма. Полупроводниковая сверхрешетка. Полупроводниковый фотодиод. Полупроводниковый лазер.
2. Локализованный плазмон. Плазмонный резонанс. Локальное усиление поля.

Билет.8.

1. Плазменная частота. Объемный плазмон. Поверхностный плазмон.
2. Термодиффузионный метод. Метод вакуумного напыления.

14. Образовательные технологии

Предусмотрено использование в учебном процессе отдельных видов активных и интерактивных форм и методов проведения занятий, учитывающих специфику изучения дисциплины математического и естественнонаучного цикла:

- чтение лекций с использованием *мультимедийных технологий*;
- занятия «*Продвинутая лекция*» (дискуссионная форма проведения лекции по частным вопросам современной физики);

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

Основная литература:

1. Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда. Нанотехнологии для микро-и оптоэлектроники, М. : Техносфера, 2009. - 368 с. : ил. ; 22 см. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце глав. - Имеется электронный аналог печатного издания. - ISBN 978-5-94836-209-0
2. Дифракционная нанофотоника [Электронный ресурс]/ А.В. Гаврилов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.— 680 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24594>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Дополнительная литература:

3. Архипкин В.Г. Фотонные кристаллы и наноконпозиты. Структурообразование, оптические и диэлектрические свойства [Электронный ресурс]/ Архипкин В.Г., Бакиров А.М., Беляев Б.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2009.— 257 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15820>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
4. Б. Салех, М. Тейх. Оптика и фотоника : принципы и применения: учеб. пособие. Т. 1. – Долгопрудный, ИД "Интеллект", 2012. - 760 с.
Т. 1. - 2012. - 760 с. : цв. ил. ; 24 см. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-91559-038-9
5. Дмитриев А.С. Тепловые процессы в наноструктурах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дмитриев А.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2012.— 303 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33179>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Периодическая литература:

6. Journal Of Nanophotonics, ISSN 1934-2608 , - Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=33820

Список интернет-ресурсов

7. Естественно-научный образовательный портал - <http://en.edu.ru>
8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <http://window.edu.ru>
9. Открытый колледж. Физика. - <http://physics.ru>
10. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов - <http://school-collection.edu.ru>
11. Сайт практикующего физика - <http://metod-f.narod.ru/>
12. Издательский дом «Первое сентября». Учебно-методическая газета «Физика» - <http://fiz.1september.ru/>

13. Физика в анимациях - <http://physics.nad.ru/physics.htm>
14. Анимация физических моделей - <http://www.umsolver.com/rus/films.htm>
15. Виртуальная библиотека МИФ - <http://virlib.eunnet.net/mif/>
16. Электронная энциклопедия «Кирилл и Мефодий» - <http://mega.km.ru/>

16. Материально-техническое обеспечение.

Для проведения занятий необходимы аудитории со стандартным оснащением для ведения лекционных и практических занятий площадью 35 м². Электронно-библиотечная система, электронная библиотека вуза и электронная информационно-образовательная среда. Предусмотрено сопровождение лекционного курса мультимедийными презентациями.

17. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Рабочую программу составил
д.ф.-м.н., проф. _____ / _____ /