Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем
Кафедра физики твёрдого тела и микроэлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭИС
С.И.Эминов
подпись И.О.Фамилия
18 мая 2018 г.
число месяц

ПРИБОРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Дисциплина (модуль) по направлению подготовки
11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

Направленность – Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты,
микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

Г.Н.Чурсинова
подпись И.О.Фамилия
16 05 2018 г.
число месяц

Разработал

Профессор

Р.В.Петров
подпись И.О.Фамилия
16 мая 2018 г.
число месяц

Начальник УАО

Н.Н. Максимюк
подпись И.О.Фамилия
16 мая 2018 г.
число месяц

Принято на заседании кафедры ФТТМ
Протокол № 8 от 16 мая 2018 г.
Заведующий кафедрой

Б.И.Селезнев
подпись И.О.Фамилия
16 мая 2018 г.
число месяц

1 Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование и развитие у аспирантов компетенций в области современных основ производства материалов и приборов функциональной электроники, обоснование выбора метода получения материалов, уяснение количественных связей между параметрами технологических процессов и свойствами материалов; знакомство с типовыми передовыми технологиями производства важнейших классов материалов, а также с новым технологическим оборудованием, понимание задач и мест применения приборов функциональной электроники, их преимуществ и недостатков.

Основными задачами дисциплины являются:

- формирование знания основ физики и технологии в области основных направлений приборов функциональной электроники;
- изучение современных методов расчета физических основ приборов функциональной электроники;
- выработка умения оценивать важнейшие электрические характеристики приборов функциональной электроники.

2 Место дисциплины «Приборы функциональной электроники» ОП направления подготовки «

Дисциплина БК.ВВ.2.2 «Приборы функциональной электроники» направлен на изучение модуля БК.В.1 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах» и подготовку к сдаче кандидатского экзамена, входит в модули по выбору блока БК.ВВ. Изложение курса базируется на результатах изучения Программы вступительных испытаний при поступлении в аспирантуру по направлению 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи».

В результате изучения Программы вступительных испытаний при поступлении в аспирантуру по направлению 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи» и для изучения дисциплины «Приборы функциональной электроники» обучающиеся должны:

- знать:
- технологию создания приборов функциональной электроники;
 - физические процессы, лежащие в основе функционирования базовых структур приборов функциональной электроники;
 - физические и математические модели приборов функциональной электроники.

- уметь:
- применять физические и математические модели для расчета характеристик приборов функциональной электроники;
 - выявлять доминирующие физико-химические факторы в технологическом цикле создания приборов функциональной электроники;

- владеть:
- современным математическим аппаратом, используемым для построения моделей приборов функциональной электроники и навыками расчета основных параметров и характеристик приборов функциональной электроники.

Освоение данного модуля необходимо при изучении следующих учебных модулей:

- блок Б2 «Практики»;
- блок Б3 «Научные исследования».

3 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на освоение компетенций:

- УК-6 (универсальная компетенция) – способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;
- ОПК-1 (общепрофессиональная компетенция) – владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;
- ПК-1 (профессиональная компетенция) – способность учитывать современные тенденции развития электроники в своей профессиональной деятельности;
- ПК-2 (профессиональная компетенция) – способность планировать и организовывать экспериментальные исследования, научные семинары в области электроники, уметь составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, доклады и статьи;
- ПК-3 (профессиональная компетенция) – способность адаптировать и обобщать результаты исследований в области электроники для целей преподавания специальных дисциплин в вузе;
- ПК-4 (профессиональная компетенция) – способностью использовать результаты исследований, знание закономерностей и тенденций развития электроники для совершенствования стратегии деятельности предприятий, НИИ и КБ радиоэлектронного комплекса.

В результате освоения дисциплины (модуля) аспирант должен знать, уметь и владеть:

Шифр Индикатора достижения результата обучения (ИДРО)	Планируемые индикаторы достижения результата обучения (освоения компетенции)	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции			
		Не достигнут (0-49%) Оценка: «Не удовлетворительно»	Достигнут на среднем уровне (50-59%) Оценка: «Удовлетворительно»	Достигнут на уровне выше среднего (60-89%) Оценка: «Хорошо»	Достигнут полностью (90-100%) Оценка: «Отлично»
УК-6 (З1)	Знать: - возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития.	Не знает	Знает основные понятия	Знает на достаточном уровне	Знает на высоком уровне
УК-6 (У1)	Уметь: - ставить цели, задачи и применять технологии самоопределения, самостоятельно формулировать предметно-научные и методологические проблемы, выдвигать гипотезы для их решения и анализировать их	Не умеет	В основном умеет	Умеет в достаточной мере	Умеет в полной мере

УК-6 (В1)	Владеть: - навыками управления и организации самостоятельной деятельности по самосовершенствованию и профессиональному развитию	Не владеет	Владеет основными навыками	Владеет навыками в достаточной мере	Владеет навыками в полной мере
ОПК-1 (З1)	Знать: - методологию теоретических и экспериментальных исследований в области электроники	Не знает	Знает основные понятия	Знает на достаточном уровне	Знает на высоком уровне
ОПК-1 (У1)	Уметь: - осуществлять выбор адекватных и эффективных методов теоретического и экспериментального исследования в области электроники	Не умеет	В основном умеет	Умеет в достаточной мере	Умеет в полной мере
ОПК-1 (В1)	Владеть: - навыками в использовании методов и средств теоретических и экспериментальных исследований в области электроники	Не владеет	Владеет основными навыками	Владеет навыками в достаточной мере	Владеет навыками в полной мере
ПК-1 (З2)	Знать: - проблемы и задачи, связанные с разработкой научных основ, физических и технических принципов создания и совершенствования приборов твердотельной электроники, микро- и нанoeлектроники, радиоэлектронных компонентов, приборов на квантовых эффектах	Не знает	Знает основные понятия	Знает на достаточном уровне	Знает на высоком уровне
ПК-1 (У4)	Уметь: - выбирать для достижения целей исследования современные методы технологии, измерений и моделирования	Не умеет	В основном умеет	Умеет в достаточной мере	Умеет в полной мере
ПК-1 (В4)	Владеть: - способностью к применению перспективных электронных и информационных технологий при разработке электронной компонентной базы	Не владеет	Владеет основными навыками	Владеет навыками в достаточной мере	Владеет навыками в полной мере
ПК-2 (З2)	Знать: - специфическую терминологию по направлению исследований, в том числе на иностранном языке, используемую при составлении и оформлении научно-технической документации, научных отчетов, докладов и статей	Не знает	Знает основные понятия	Знает на достаточном уровне	Знает на высоком уровне
ПК-2 (У2)	Уметь: - выявлять проблемные места в области современной электронной компонентной базы, формулировать проблемы для исследования; ставить цель и конкретизировать ее на уровне задач;	Не умеет	В основном умеет	Умеет в достаточной мере	Умеет в полной мере
ПК-2 (У3)	- проводить с использованием				

ПК-2 (У4)	современных технологий и методов теоретические и экспериментальные исследования новых процессов и явлений в электронике, позволяющих повысить характеристики электронной компонентной базы; - обоснованно выбирать измерительное и диагностическое оборудование при организации экспериментальных исследований.				
ПК-2 (В2)	Владеть: - передовыми программными продуктами и новейшими аппаратными средствами проведения теоретических и экспериментальных исследований в области твердотельной электроники, микро- и нанoeлектроники, радиоэлектронных компонентов, приборов на квантовых эффектах.	Не владеет	Владеет основными навыками	Владеет навыками в достаточной мере	Владеет навыками в полной мере
ПК-3 (З3)	Знать: - математические методы обработки результатов исследований	Не знает	Знает основные понятия	Знает на достаточном уровне	Знает на высоком уровне
ПК-3 (У2)	Уметь: - разработать комплексное учебно- и научно-методическое обеспечение (методы, технологии, дидактические ресурсы, отчеты, презентации, конспекты лекций, методические указания и т.д.) по теме исследований, в том числе и для реализации образовательных программ высшего образования по направлению «Электроника и нанoeлектроника»;	Не умеет	В основном умеет	Умеет в достаточной мере	Умеет в полной мере
ПК-3 (У3)	- обоснованно выбирать измерительное и диагностическое оборудование при организации экспериментальных исследований.				
ПК-3 (В2)	Владеть: - передовыми программными продуктами и новейшими аппаратными средствами проведения теоретических и экспериментальных исследований в области твердотельной электроники, микро- и нанoeлектроники, радиоэлектронных компонентов, приборов на квантовых эффектах.	Не владеет	Владеет основными навыками	Владеет навыками в достаточной мере	Владеет навыками в полной мере
ПК-4 (З2)	Знать: - актуальные научные, технические и производственные проблемы в области твердотельной электроники, микро- и	Не знает	Знает основные понятия	Знает на достаточном уровне	Знает на высоком уровне

ПК-4 (33)	<p>наноэлектроники, радиоэлектронных компонентов, приборов на квантовых эффектах;</p> <p>- методы проектирования и технологию изготовления современной электронной компонентной базы;</p>				
ПК-4 (34)	<p>- современные методы и средства моделирования приборов твердотельной электроники, микро- и наноэлектроники, радиоэлектронных компонентов, приборов на квантовых эффектах;</p>				
ПК-4 (35)	<p>- аналитическое и диагностическое оборудование, используемое в научных лабораториях и в условиях реального производства</p>				
ПК-4 (36)	<p>- измерительное оборудование, используемое в научных лабораториях и в условиях реального производства.</p>				
ПК-4 (У1)	<p>Уметь:</p> <p>- определить оптимальную методологию научных исследований и направление проектных работ, направленных на совершенствование существующих перечисленных приборов, компонентов, изделий, повышение их функциональных и эксплуатационных характеристик, а также эффективности применения;</p>	Не умеет	В основном умеет	Умеет в достаточной мере	Умеет в полной мере
ПК-4 (У2)	<p>- исследовать и моделировать функциональные и эксплуатационные характеристики изделий, включая вопросы качества, долговечности, надежности и стойкости к внешним воздействующим факторам, а также вопросы эффективного применения;</p>				
ПК-4 (У3)	<p>- формировать физические и математические модели приборов, компонентов, изделий электроники, в том числе для систем автоматизированного проектирования;</p>				
ПК-4 (У4)	<p>- по результатам исследований физических и технических принципов создания приборов, компонентов, изделий предлагать физические принципы создания</p>				

	новых и совершенствования традиционных приборов твердотельной электроники, радиоэлектронных компонентов, изделий микро- и нанoeлектроники, приборов на квантовых эффектах, включая оптоэлектронные приборы и преобразователи физических величин (сенсоры);).				
ПК-4 (B2)	Владеть: - современными компьютерными программами по моделированию и проектированию приборов, компонентов, изделий электроники;	Не владеет	Владеет основными навыками	Владеет навыками в достаточной мере	Владеет навыками в полной мере
ПК-4 (B3)	- навыками создания физических и математических моделей приборов, компонентов, изделий электроники;				
ПК-4 (B4)	- методами исследования технологических основ создания и совершенствования приборов, компонентов, изделий электроники;				
ПК-4 (B5)	- методами диагностики приборов, компонентов, изделий электроники.				

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Трудоемкость дисциплины

Очная форма обучения

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам
		5 СЕМЕСТР
Трудоемкость «дисциплины» в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	3
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	108	108
- лекции	10	10
- практические занятия (семинары)	6	6
- лабораторные работы		
- аудиторная СРС		
- внеаудиторная СРС	92	92
Аттестация:	Зачет	Зачет
- зачеты*		
- экзамены		

*) зачеты принимаются в часы аудиторной СРС.

Трудоемкость дисциплины «Приборы функциональной электроники» (заочная форма обучения)

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам
		6 СЕМЕСТР
Трудоемкость «дисциплины» в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	3
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	108	108
- лекции	6	6
- практические занятия (семинары)	4	4
- лабораторные работы		
- аудиторная СРС		
- внеаудиторная СРС	98	98
Аттестация:	Зачет	Зачет
- зачеты*		
- экзамены		

*) зачеты принимаются в часы аудиторной СРС.

4.2 Содержание и структура разделов дисциплины

4.2.1 *Функциональная акустоэлектроника*: Типы упругих волн в твердых телах и их характеристики. Способы возбуждения и детектирования ПАВ. Устройства на поверхностных акустических волнах.

4.2.2 *Функциональная магнитоэлектроника*: Принцип работы запоминающих устройств на пленках с управляемым движением магнитных доменов. Принцип работы магнитоакустических и магнитооптических запоминающих устройств. Функциональные устройства на магнитоэлектрических спиновых волнах.

4.2.3 *Функциональная оптоэлектроника*: Предмет функциональной оптоэлектроники, достоинства оптоэлектронных приборов и проблемы на пути её развития. Механизмы поглощения света в твердых телах. Приёмники излучения. Фотодиод с р-п переходом. Преимущества р-и-п структуры. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью, устройство и принцип их работы. Механизмы излучения света в твердых телах. Способы возбуждения люминесценции и их применение в источниках излучения. Важнейшие материалы, используемые для изготовления светодиодов. Принцип действия инжекционного светодиода. Эффект лазерной генерации в п/п инжекционных лазерах. Сущность физических эффектов, лежащих в основе работы оптических модуляторов. Сущность линейного и квадратичного электрооптического эффекта. Электрооптические материалы, применяемые в оптоэлектронике. Принцип работы модулятора света на основе акустооптического эффекта. Принцип работы дифракционного модулятора света. Принцип работы градиентного и дифракционного дефлектора. Принцип работы и устройство дискретной отклоняющей системы. Принцип работы и устройство электрически управляемых транспарантов. Эффекты, используемые в жидко-кристаллических ЭУТ. Принцип работы и устройство оптически управляемых транспарантов. Область применения оптических транспарантов. Логические операции на основе оптических элементов. Принцип работы оптического процессора. Принцип работы голографического запоминающего устройства. Принцип работы основных элементов интегрально-оптических схем (волноводы, устройства ввода вывода излучения, отражатели). Принцип работы основных элементов интегрально-

оптических схем (модуляторы, дефлекторы, ответвители, линзы). Устройство и принцип работы оптического спектроанализатора. Устройство и принцип работы оптического аналого-цифрового преобразователя. Устройство и принцип работы оптического коррелятора сигналов. Акустооптические методы обработки аналоговой и цифровой информации. Когерентные оптические вычисления. Принцип распознавания образов. Принцип работы оптических запоминающих устройств. Устройство и принцип работы оптических модуляторов и дефлекторов. Управляемые транспаранты; принцип работы и области применения. Устройство и принцип работы оптического процессора.

4.2.4 *Функциональная диэлектрическая электроника*: Устройство преобразователей изображения на ПЗС. Цифровые функциональные элементы на ПЗС.

4.2.5 *Молекулярная электроника*: Наномолекулярная электроника, принципы достижения минимально допустимых размеров электронных устройств (транзисторов, элементов памяти и др.), сопоставимых с размером одиночных молекул. Макромолекулярная электроника, ориентированная на создание электронных схем, солнечных батарей, фоточувствительных элементов, химических сенсоров и т.п. на основе молекулярных структур.

4.2.6 *Магнитоэлектрическая электроника*: Магнитоэлектрический эффект. Устройства СВЧ на магнитоэлектрическом эффекте. НЧ устройства на магнитоэлектрическом эффекте.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте дисциплины (приложение Б).

4.3 Организация изучения дисциплины (модуля)

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения дисциплины (модуля)

Контроль качества освоения аспирантами дисциплины и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра; рубежный – на девятой неделе семестра; семестровый – по окончании изучения дисциплины.

Оценка качества освоения дисциплины осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данной дисциплины, по всем формам контроля.

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте дисциплины (Приложение Б).

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение В)

7 Материально-техническое обеспечение

Дисциплина «Приборы функциональной электроники» имеет полное материально-техническое обеспечение. Аудитория 2601 имеет интернет, компьютерную и мультимедиа аппаратуру, позволяющую проводить лекционные занятия, и практические занятия (например, в форме семинара).

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения

Б – Технологическая карта

В - Карта учебно-методического обеспечения

Приложение А
(обязательное)

**Методические рекомендации по организации изучения дисциплины (модуля)
«Приборы функциональной электроники»**

Настоящие методические рекомендации устанавливают порядок и методику изучения теоретического и практического материала Дисциплины. Методические рекомендации составлены по каждому виду учебной работы. Методические рекомендации нацеливают аспиранта на творческую самостоятельную работу, они не подменяют учебную литературу и справочники, не дают готовых решений поставленных перед аспирантом задач.

Цели и задачи занятий:

Целью занятий является формирование и развитие у аспирантов компетенций в области современных основ производства материалов и приборов функциональной электроники, обоснование выбора метода получения материалов, уяснение количественных связей между параметрами технологических процессов и свойствами материалов; знакомство с типовыми передовыми технологиями производства важнейших классов материалов, а также с новым технологическим оборудованием, понимание задач и мест применения приборов функциональной электроники, их преимуществ и недостатков.

Основными задачами занятий являются:

- формирование знания основ физики и технологии в области основных направлений приборов функциональной электроники;
- изучение современных методов расчета физических основ приборов функциональной электроники;
- выработка умения оценивать важнейшие электрические характеристики приборов функциональной электроники.

Методы и средства проведения занятий:

Лекции и практические занятия проводят в виде семинаров.

Требования к оформлению отчета о работе:

Отчёты (если такие оформляются), выполняются согласно требований ГОСТ.

Задания и рекомендации по самостоятельной работе аспиранта:

Аспирант самостоятельно работает над предложенной темой.

Требования к технике безопасности, если работа связана с использованием оборудования, энергоносителей, токсичных материалов:

Специальные требования не предъявляются.

Организация и проведение контроля:

Проводится устный или письменный контроль знаний.

Вопросы по дисциплине «Приборы функциональной электроники»

1. Основные функциональные элементы микроэлектроники. Проблемы и перспективы её развития.
3. Предмет функциональной оптоэлектроники, достоинства оптоэлектронных приборов и проблемы на пути её развития.

4. Механизмы поглощения света в твёрдых телах. Какие из них используются в приёмниках излучения.
5. Фотодиод с p-n переходом. В чем заключается преимущество p-i-n структуры.
6. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью. Устройство и принцип их работы.
7. Механизмы излучения света в твердых телах. Какие способы возбуждения люминесценции находят применение в источниках излучения.
8. Охарактеризовать важнейшие материалы, используемые для изготовления светодиодов.
9. Объяснить принцип действия инжекционного светодиода.
10. Как возникает эффект лазерной генерации в п/п инжекционных лазерах.
11. Сформулировать сущность физических эффектов, лежащих в основе работы оптических модуляторов.
12. Объяснить сущность линейного и квадратичного электрооптического эффекта. Электрооптические материалы, применяемые в оптоэлектронике.
13. Объяснить принцип работы модулятора света на основе акустооптического эффекта.
14. Объяснить принцип работы дифракционного модулятора света.
15. Объяснить принцип работы градиентного и дифракционного дефлектора.
16. Объяснить принцип работы и устройство дискретной отклоняющей системы.
17. Объяснить принцип работы и устройство электрически управляемых транспарантов. Эффекты, используемые в жидко-кристаллических ЭУТ.
18. Объяснить принцип работы и устройство оптически управляемых транспарантов. Область применения оптических транспарантов.
19. Как реализуются логические операции на основе оптических элементов.
20. Объяснить принцип работы оптического процессора.
21. Объяснить принцип работы голографического запоминающего устройства
22. Объяснить принцип работы основных элементов интегрально-оптических схем (волноводы, устройства ввода вывода излучения, отражатели)
23. Объяснить принцип работы основных элементов интегрально-оптических схем (модуляторы, дефлекторы, ответвители, линзы).
24. Объяснить устройство и принцип работы оптического спектроанализатора.
25. Объяснить устройство и принцип работы оптического аналого-цифрового преобразователя.
26. Объяснить устройство и принцип работы оптического коррелятора сигналов.
27. Акустооптические методы обработки аналоговой и цифровой информации.
28. Когерентные оптические вычисления.
29. Принцип распознавания образов.
30. Принцип работы оптических запоминающих устройств.
31. Устройство и принцип работы оптических модуляторов и дефлекторов.
32. Управляемые транспаранты; принцип работы и области применения.
33. Устройство и принцип работы оптического процессора.
34. Устройство преобразователей изображения на ПЗС.
35. Цифровые функциональные элементы на ПЗС.
36. Аналоговые устройства на ПЗС.
37. Принцип работы запоминающих устройств на пленках с управляемым движением магнитных доменов.
38. Принцип работы магнитоакустических и магнитооптических запоминающих устройств.
39. Функциональные устройства на магнитостатических спиновых волнах.
40. Типы упругих волн в твердых телах и их характеристики.
41. Способы возбуждения и детектирования ПАВ.
42. Устройства на поверхностных акустических волнах.

На 9 неделе проводится контрольная работа в тестовой форме. Работа состоит из пяти тестов в соответствии с изученными темами УЭМ1.

А.2 Методические рекомендации по проведению практических занятий

При проведении практических занятий аспиранты самостоятельно выполняют индивидуальное задание, получая необходимые консультации у преподавателя. Занятия строятся следующим образом.

Первое занятие:

- аспиранты знакомятся с порядком выполнения, защиты задания, правилами оформления отчета;
- аспирантам указывается число баллов, которое можно набрать при выполнении лабораторного практикума;
- выдаются индивидуальные задания.

Второе занятие:

- аспиранты выполняют индивидуальные задания.

На каждом последующем занятии:

- проводится защита выполненной практической работы;
- выполняются последующие работы.

Без защиты индивидуальных заданий допускается выполнить только две работы.

По результатам защит аспирантам начисляются баллы. Максимальное количество баллов за выполнение и защиту одной практической работы – 20 баллов.

Практикум считается выполненным, если аспирант выполнил и защитил все работы, набрав при этом минимально необходимую сумму баллов. Перечень практических занятий составляется научным руководителем и проводится им индивидуально.

При решении задач рекомендуется руководствоваться известными правилами.

1 Внимательно прочитайте условие задачи. Сделайте, если это возможно, краткую математическую запись её условия, проследите, чтобы все заданные величины были выражены в системе единиц СИ. Если позволяет характер задачи, обязательно сделайте рисунок, поясняющий ее сущность. Как правило, этот процесс сопровождается рассуждениями уже позволяющими выявить круг явлений, о которых идет речь.

3 Помните, что все задачи решаются с помощью физических законов, описывающих физические явления.

4 За редким исключением, каждая задача должна быть решена в общем виде, причем искомая величина должна быть выражена через заданные в задаче величины и возможные известные в физике константы.

5 Решение в общем виде, проверьте на правильность единиц полученной (искомой) физической величины. Если возможно, исследуйте поведение решения в предельных случаях.

6 Подставьте в общее решение числовые значения заданных в задаче величин и табличные значения физических констант. Произведите вычисления, руководствуясь при необходимости правилами приближенных вычислений. Заметим, что современные вычислительные средства, позволяют эту задачу решить достаточно просто.

7 Оцените правдоподобность числового ответа, полученного в результате вычислений. Такая оценка может в ряде случаев обнаружить ошибочность полученного результата.

А.4 Методические рекомендации по самостоятельной работе аспирантов

Для подготовки к практическим работам, контрольной работе, опросу, докладам и экзамену рекомендуется пользоваться основной и дополнительной учебно-методической литературой, представленной в карте учебно-методического обеспечения.

Приложение Б
(обязательное)

Технологическая карта
Дисциплины «Приборы функциональной электроники»
семестр 5, ЗЕТ 3, вид аттестации зачёт, акад.часов 108, баллов рейтинга 150

Номер и наименование раздела учебной дисциплины, КП/КР	Номер недели семестра	Трудоемкость, ак.час			СРС	Форма текущего контроля успеv. (в соотв. с паспортом ФОС)	Шифры ИДРО	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Контактная работа (аудиторные занятия)						
		ЛЕК	ПЗ	АСРС				
1.1 Функциональная акустоэлектроника,	1-18	1	1		15	практические задания	УК-6 (31,У1,В1); ОПК-1 (31,У1,В1); ПК-1 (32,У4,В4); ПК-2 (33,У2,У3,У4,В2); ПК-3 (33,У2,У3,В2); ПК-4 (32,33,34,35,36, У1,У2,У3,У4, В2,В3,В4,В5)	120
1.2 Функциональная магнитоэлектроника,		1	1		15			
1.3 Функциональная оптоэлектроника,		1	1		15			
1.4 Функциональная диэлектрическая электроника,		1	1		15			
1.5 Молекулярная электроника		1	1		15			
1.6 Магнитоэлектрическая электроника		5	1		17			
Промежуточная аттестация (семестровый контроль)						Зачет		30
Итого:	18	10	6		92			150

В соответствии с положениями «О балльно-рейтинговой системе обучения аспирантов и ординаторов по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и ординатуре» и «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников» перевод баллов рейтинга в традиционную систему оценок осуществляется по шкале:

- отлично – (90-100) % от 135 до 150 баллов;
- хорошо – (70-89) % от 105 до 134 баллов;
- удовлетворительно – (50-69) % от 75 до 104 баллов;
- неудовлетворительно – менее 50 %, т.е. меньше 75 баллов.

Приложение В
(обязательное)
Карта учебно-методического обеспечения

Дисциплины Приборы функциональной электроники
 Направление **11.06.01** Электроника, радиотехника и системы связи
 Направленность Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах
 Формы обучения очная
 Курс 3 Семестр 5
 Часов: всего 108, лекций 10, практ. зан. 6, лаб. раб. 0,
 СРС и виды индивидуальной работы 92

Таблица В.1- Обеспечение Дисциплины учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1 Щука А. А. Электроника : учеб. пособие / Под ред. А. С. Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 799с. : ил.	25	+
Щука А. А. Электроника : учеб. пособие для вузов / А. А. Щука ; под ред. А. С. Сигова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 799 с. : ил.	6	+
2 Кулаков С.В. Акустооптические устройства спектрального и корреляционного анализа сигналов / Науч. совет по пробл. "Голография", Физико-техн. ин-т им. А. Ф. Иоффе. - Л. : Наука, 1978. - 143с.	1	+
3 Наумов К. П. Акустооптические сигнальные процессоры : учеб. пособие для вузов / Учеб.-метод. об-ние по образованию в обл. радиотехники, электроники, биомед. техники и автоматизации. - М. : САЙНС-ПРЕСС, 2002. - 80с.	13	+
Учебно-методические издания		
1 Рассветалов Л. А. Функциональная электроника : учеб. пособие / Л. А. Рассветалов ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Новгород, 1999. - 116с.	3	+

Таблица В.2 – Информационное обеспечение модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
https://www.thomsonreuters.ru/ru.html		
https://www.elsevier.com/		
https://phys.org/		
https://elibrary.ru/defaultx.asp		

Таблица В.3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1 Магнитоэлектрический эффект в композиционных материалах / М. И. Бичурин [и др.] ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2005. - 226 с. : ил.	11	+
2 Бичурин М. И. Магнитоэлектрические материалы на сверхвысоких частотах / М. И. Бичурин, В. М. Петров ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Новгород, 1999. - 154, [1] с. : ил. - Режим доступа: WWW.URL : https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3340	8	+

Действительно для учебного года _____ / _____

Зав. кафедрой _____

подпись

И.О.Фамилия

20..... г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

должность

подпись

расшифровка