



## Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники» является вариативной дисциплиной. Является обязательной дисциплиной.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "30" октября 2014 г. № 1407. Направленность подготовки (профиль) Промышленная электроника.

**Целью освоения дисциплины** является изучение передовых достижений, основных направлений, тенденций, перспектив и проблем развития современной электроники и наноэлектроники; формирование навыков оценки новизны исследований и разработок, освоения новых методологических подходов к решению профессиональных задач в области электроники и наноэлектроники.

**Задачи:** познакомить обучающихся с физическими основами и принципами построения приборов устройств и систем современной электроники; дать информацию о принципах действия основных устройств современной электроники и наноэлектроники. Изучение современных проблем электроники, включая тенденции развития микроэлектронных интегральных схем, технологии производства электронных изделий; изучение перспектив использования новых материалов для создания электронных устройств.

**Входные компетенции** порогового уровня согласно освоенного ранее плана подготовки бакалавра или специалиста.

Таблица 1

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований для которых данная компетенция является входной
1	способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	ОК-4	пороговый	История и методология науки и техники в области электроники
2	готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1	пороговый	История и методология науки и техники в области электроники

3	способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	ПК-6	пороговый	История и методология науки и техники в области электроники
---	--	------	-----------	---

## Исходящие компетенции

Таблица 2

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований для которых данная компетенция является входной
	способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	ОК-4	базовый	Учебная практика
	способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	ОК-4	базовый	Научно-исследовательская практика
	способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	ОК-4	базовый	Научно-исследовательская работа
	способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	ОК-4	базовый	Государственная итоговая аттестация
	готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1	базовый	Микроэлектронные и нанoeлектронные компоненты систем управления
	готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1	базовый	Преддипломная практика
	способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	ПК-6	базовый	Компьютерные технологии в современных исследованиях
	способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	ПК-6	базовый	Преддипломная практика

## Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Таблица 3

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	ОК-4	- основные источники научно-технической информации по проблемам современной электроники и нанoeлектроники	- осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы для современных систем электроники и нанoeлектроники	- терминологией в области квантовой электроники
2	готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1	- тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники; - передовой отечественной и зарубежной научной опыт в профессионально сфере деятельности	- предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в профессиональной сфере деятельности	- навыками методологического анализа научного исследования и его результатов
3	способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	ПК-6	- основные направления, научные школы фундаментального и прикладного исследования и передовые производственные предприятия, работающие в области электроники и нанoeлектроники	- готовить методологическое обоснование научного исследования и технической разработки в области электроники	- навыками дискуссии в области современной электроники и нанoeлектроники

## Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часов).

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Таблица 4

Вид работы	Трудоемкость, час.	
	2 семестр	Всего
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ)	26	26
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
КСР	4	4
Курсовая проект работа (КР)	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат	26	26
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	46	46
Подготовка и сдача экзамена	-	-
Подготовка и сдача зачета	36	36
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен

## Содержание разделов и формы текущего контроля

Таблица 5

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов						Литература, рекомендуемая студентам	Виды интерактивных образовательных технологий
		Аудиторная работа				СРС	Всего		
		Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1.	Введение	1	-	-	-	-	1		
2.	Роль поверхности в создании устройств микро- и наноэлектроники. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства - Поверхность и её свойства. - Поверхностный потенциал. - Поверхностные состояния. Уровни Тамма. - Быстрые и медленные поверхностные состояния. - Микрокластеры и их энергетическое состояние. - Методы получения и применения структур с атомными кластерами. - Напряжённые полупроводниковые структуры, их свойства и применение.	1	2	-	-	3	6	6.1.1, 6.1.2, 6.2.1 6.2.2	<i>работа в команде; обучение на основе опыта; лекция-визуализация</i>
3.	Технологические возможности перспективных видов эпитаксии - Достижения молекулярно-лучевой эпитаксии. - Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений.	1	2	-	-	3	6	6.1.1, 6.1.2, 6.2.1 6.2.2	<i>работа в команде; обучение на основе опыта; лекция-визуализация</i>
4.	Создание интегральных устройств методами литографии. Литография высокого разрешения - Традиционная фотолитография и ее проблемы. - Электронно-лучевая литография. - Рентгеновская литография. - Методы безмасочной технологии: - Перьевая нанолитография. - Нанопечатная литография. - Электронно-лучевая технология. - Ионно-лучевая технология.	1	2	-	-	3	6	6.1.1, 6.1.2, 6.2.1 6.2.2	<i>работа в команде; опережающая самостоятельная работа; обучение на основе опыта; проблемная лекция</i>
5.	Квантовые основы наноинженерии - Эффект размерного квантования.-	1	2	-	-	3	6	6.1.1, 6.1.2,	<i>работа в команде; опережающая самостоятельная работа;</i>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Квантовое ограничение.</li> <li>- Интерференционные эффекты.</li> <li>- Туннелирование.</li> <li>- Устройства на основе квантовых эффектов.</li> </ul>							6.2.1 6.2.2	<i>обучение на основе опыта; проблемная лекция</i>
6.	<p>Низкоразмерные кремниевые среды</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Актуальность использования низкоразмерного кремния в производстве изделий микро- и нанoeлектроники.</li> <li>- Применения низкоразмерного кремния.</li> </ul>	1	2	-	-	3	6	6.1.1, 6.1.2, 6.2.1 6.2.2	<i>работа в команде; опережающая самостоятельная работа; обучение на основе опыта; лекция-визуализация</i>
7.	<p>Технология тонких пленок и многослойных структур</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Механизмы эпитаксиального роста тонких плёнок.</li> <li>- Жидкофазная эпитаксия.</li> <li>- Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений.</li> <li>- Молекулярно-лучевая эпитаксия. Установка МЛЭ.</li> </ul>	-	2	-	-	3	5	6.1.1, 6.1.2, 6.2.1 6.2.2	<i>работа в команде; опережающая самостоятельная работа; обучение на основе опыта</i>
8.	<p>Квантовая инженерия</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Размерное квантование. Квантовые точки.</li> <li>- Изготовление гетероструктур с квантовыми точками.</li> <li>- Лазеры на самоорганизованных квантовых точках.</li> <li>- Сверхрешетки.</li> </ul>	-	2	-	-	4	6	6.1.1, 6.1.2, 6.2.1 6.2.2	<i>работа в команде; опережающая самостоятельная работа; обучение на основе опыта</i>
9.	<p>Многослойные наноструктуры</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Поверхностные наноструктуры.</li> <li>- Получение поверхностных структур.</li> <li>- Углеродные нанотрубки.</li> </ul>	-	2	-	1	4	7	6.1.1, 6.1.2, 6.2.1 6.2.2	<i>работа в команде; опережающая самостоятельная работа; обучение на основе опыта</i>
10.	<p>Физическая природа сверхпроводимости. Высокотемпературная сверхпроводимость</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Понятие сверхпроводимости.</li> <li>- Сверхпроводники первого и второго рода.</li> <li>- Теория Бардина – Купера – Шриффера.</li> <li>- Эффект Джозефсона.</li> <li>- Эффект Мейснера.</li> <li>- История открытия высокотемпературной сверхпроводимости.</li> <li>- Применение высокотемпературной сверхпроводимости.</li> </ul>	-	2	-	1	4	7	6.1.1, 6.1.2, 6.2.1 6.2.2	<i>работа в команде; опережающая самостоятельная работа; обучение на основе опыта</i>
11.	<p>Микроволны и их природа. Элементная база микроволновых систем</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Открытие теплового воздействия микроволн.</li> <li>- Физическая природа микроволн.</li> </ul>	-	2	-	1	4	7	6.1.1, 6.1.2, 6.2.1	<i>работа в команде; опережающая самостоятельная работа; обучение на основе опыта</i>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Микроволновая передача и средства связи.</li> <li>- История создания лазера.</li> <li>- Полупроводниковые лазеры.</li> <li>- Нанолазеры.</li> <li>- Светоизлучающие диоды.</li> <li>- Оптоволоконные кабели.</li> </ul>							6.2.2	
12.	<p>Системы связи</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Системы телевизионного вещания.</li> <li>- Спутниковая связь.</li> <li>- Мобильная связь.</li> <li>- Сотовая связь.</li> <li>1- Оптоэлектронные системы.</li> </ul>	-	2	-	1	4	7	6.1.1, 6.1.2, 6.2.1 6.2.2	<i>работа в команде; опережающая самостоятельная работа; обучение на основе опыта</i>
13.	<p>Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Температурная стойкость и механизмы теплопередачи.</li> <li>- Способы теплоотвода.</li> <li>- Перспективные жидкие диэлектрики для охлаждения.</li> <li>- Криогенная электроника.</li> <li>- Влияние радиации на параметры электронных устройств.</li> </ul>	-	2	-	-	4	6	6.1.1, 6.1.2, 6.2.1 6.2.2	<i>работа в команде; опережающая самостоятельная работа; обучение на основе опыта</i>
14.	<p>Материалы и структуры экстремальной электроники</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Карбид кремния – материал для экстремальной электроники.</li> <li>- Возможности углерода в решении задач экстремальной электроники.</li> <li>- Структуры и приборы экстремальной электроники.</li> <li>- Запираемые тиристоры.</li> <li>- Биполярные транзисторы.</li> <li>- Полевые транзисторы.</li> </ul>	-	2	-	-	4	6	6.1.1, 6.1.2, 6.2.1 6.2.2	<i>работа в команде; опережающая самостоятельная работа; обучение на основе опыта</i>

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 50 % от общего количества аудиторных часов по дисциплине.

## Практические занятия (семинары)

Таблица 6

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Роль поверхности в создании устройств микро- и нанoeлектроники	2
2	3	Технологические возможности перспективных видов эпитаксии	2
3	4	Создание интегральных устройств методами литографии	2
4	5	Квантовые основы наноинженерии	2
5	6	Низкоразмерные кремниевые среды	2
6	7	Технология тонких пленок и многослойных структур	2
7	8	Квантовая инженерия	2
8	9	Многослойные наноструктуры	2
9	10	Физическая природа сверхпроводимости	2
10	11	Элементная база микроволновых систем	2
11	12	Системы связи	2
12	13	Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники	2
13	14	Материалы и структуры экстремальной электроники	2

### Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

#### Основная литература

1. Основы современной радиоэлектроники: учебное пособие / В.Т. Першин - Ростов н/Д: Феникс, 2009.

2. Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и нанoeлектроника [Электронный ресурс]: {учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 210400 — «Телекоммуникации».] / А. Н. Игнатов .— Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2011 .— 528с.

#### Дополнительная литература

1. Борисенко, В. Е. Нанoeлектроника : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальностям "Микро- и нанoeлектронные технологии и системы" и "Квантовые информационные системы"] / В. Е.

Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина .— Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2009 .— 223 с.

2. Красников, Г.Я. Нанoeлектроника: состояние, проблемы и перспективы развития / Г. Я. Красников, Н. А. Зайцев // Нано- и микросистемная техника .— 2009 .— N 1 .— С. 2-5 .

### **Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)**

Каждый обучающийся (магистрант) в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к следующим электронно-библиотечным системам (ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>, ЭБС Ассоциации «Электронное образование Республики Башкортостан» <http://e-library.ufa-rb.ru>, Консорциум аэрокосмических вузов России <http://elsau.ru/>, Электронная коллекция образовательных ресурсов УГАТУ <http://www.library.ugatu.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?Init+ugatu-fulltxt.xml,simple-fulltxt.xml+rus>), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, НИР сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

Электронно-библиотечная система и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, как на территории университета, так и вне ее. Обучающимся обеспечен доступ к электронным ресурсам и информационным справочным системам, перечисленным в таблице 9.

Таблица 7

№	Наименование ресурса	Объем фонда электронных ресурсов	Доступ	Реквизиты договоров с правообладателями
1	Электронная библиотека диссертаций РГБ	885352 экз.	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	Договор №1330/0208-14 от 02.12.2014
2.	Научная электронная библиотека eLIBRARY* <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>	9169 полнотекстовых журналов	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в НЭБ на площадке библиотеки УГАТУ	ООО «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА». № 07-06/06 от 18.05.2006
3.	Научные полнотекстовые журналы издательства Springer*	1900 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего	Доступ открыт по гранту РФФИ

	<a href="http://www.springerlink.com">http://www.springerlink.com</a>		выход в Интернет	
4.	Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor& Francis Group* <a href="http://www.tandfonline.com/">http://www.tandfonline.com/</a>	1800 наименов. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и Государственной публичной научно-технической библиотекой России (далее ГПНТБ России)
5.	Научные полнотекстовые журналы издательства Sage Publications*	650 наименов. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
6.	Научные полнотекстовые журналы издательства Oxford University Press* <a href="http://www.oxfordjournals.org/">http://www.oxfordjournals.org/</a>	275 наименов. журналов	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
7.	Научный полнотекстовый журнал Science The American Association for the Advancement of Science <a href="http://www.sciencemag.org">http://www.sciencemag.org</a>	1 наименов. журнала.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
8.	Научный полнотекстовый журнал Nature компании Nature Publishing Group* <a href="http://www.nature.com/">http://www.nature.com/</a>	1 наименов. журнала	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
9.	Научные полнотекстовые ресурсы Optical Society of America* <a href="http://www.opticsinfobase.org/">http://www.opticsinfobase.org/</a>	22 наименов. журн.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
10.	База данных GreenFile компании EBSCO* <a href="http://www.greeninfoonline.com">http://www.greeninfoonline.com</a>	5800 библиографич записей, частично с полными текстами	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ предоставлен компанией EBSCO российским организациям-участникам консорциума НЭЙКОН (в том числе УГАТУ - без подписания лицензионного договора)
11.	Архив научных полнотекстовых журналов зарубежных издательств*- Annual Reviews (1936-2006) Cambridge University Press (1796-2011) цифровой архив журнала Nature (1869- 2011) Oxford University Press (1849–	2361 наименов. журн.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ предоставлен российским организациям-участникам консорциума НЭЙКОН (в том числе УГАТУ - без подписания лицензионного договора)

1995) SAGE Publications (1800-1998) цифровой архив журнала Science (1880 -1996) Taylor & Francis (1798-1997) Институт физики Великобритании The Institute of Physics (1874-2000)			
---	--	--	--

## Образовательные технологии

В процессе подготовки используется совокупность методов и средств обучения, позволяющих осуществлять целенаправленное методическое руководство учебно-познавательной деятельностью магистрантов, в том числе на основе интеграции информационных и традиционных педагогических технологий.

В частности, предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

- Классическая лекция, предусматривающая систематическое, последовательное, монологическое изложение учебного материала.
- Проблемная лекция, стимулирующая творчество, осуществляемая с подготовленной аудиторией.
- Лекция-визуализация – передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями.
- Проблемное обучение, стимулирующее аспирантов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы, в форме письменных эссе, рефератов различной тематики с их последующей защитой и обсуждением на семинарских занятиях.
- Контекстное обучение – мотивация магистрантов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.
- Обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности магистранта за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

При реализации настоящей рабочей программы предусматриваются интерактивные и активные формы проведения занятий, дискуссии по темам исследования и поставленным научным проблемам.

Таблица 8

№	Наименование	Доступ, количество одновременных пользователей	Реквизиты договоров с правообладателями
---	--------------	--	--

Ресурса			
1	СПС «КонсультантПлюс»	По сети УГАТУ, без ограничения	Договор 1392/0403-14 от 10.12.14
Программного продукта			
1	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	500 компьютеров	Лицензия 13С8-140128-132040

### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения *лекций-визуализаций* предусматривается использование специализированного мультимедийного оборудования и интерактивных досок smartboard. При реализации практических занятий с применением дистанционных образовательных технологий используется действующая в Университете электронно-образовательная среда.

### **Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.