

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



_____ А.Л. Толстик

01.06.2017

_____ (дата утверждения)

Регистрационный № УД- 3901 /уч.

ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ЭЛЕКТРОНИКИ И ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий**

Минск 2017

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 07-2013, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08.2013 № 88; учебных планов №G31-143/уч. и №G31и-179/уч.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В. Б. Оджаев, заведующий кафедрой физики полупроводников и нанoeлектроники Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физики полупроводников и нанoeлектроники физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 12 от 24 мая 2017 г.);

Советом физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 25 мая 2017 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины "Тенденции в развитии электроники и электронной промышленности" разработана для специальности 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий и специализации 1-31 04 07 02 «Наноэлектроника».

Цель учебной дисциплины — формирование у студентов целостных представлений о современном развитии и основных тенденциях электроники и электронной промышленности.

Основные задачи учебной дисциплины — дать представление об этапах развития электроники, рынке электроники, современных направлениях развития электроники и сферах ее использования.

Современный этап развития техники характеризуется все возрастающим проникновением электроники во все сферы жизни и деятельности людей. Достижения в области электроники способствуют успешному решению сложнейших научно–технических проблем: повышению эффективности научных исследований, созданию новых видов машин и оборудования, разработке эффективных технологий и систем управления, получению материала с уникальными свойствами, совершенствованию процессов сбора и обработки информации. Охватывая широкий круг научно–технических и производственных проблем, электроника опирается на достижения в различных областях знаний. При этом, с одной стороны, электроника ставит задачи перед другими науками и производством, стимулируя их дальнейшее развитие, и, с другой стороны, вооружает их качественно новыми техническими средствами и методами исследования. Данный спецкурс посвящен раскрытию основных направлений в развитии современной электроники и электронной промышленности и в дальнейшем необходим студентам для освоения своей профессии и понимания картины современной электроники как единого целого. Дается краткая характеристика основных достижений современной физики и физики полупроводников, в частности, показана роль и место в мировом рынке электронной продукции полупроводниковых материалов, проанализированы основные проблемы в развитии электроники, показаны новые возможности в создании материалов и приборов современной электроники.

В курсе применяются активные методы обучения. Основу составляют технологии проблемного и контекстного обучения, предполагающие наряду с приобщением студентов к объективным противоречиям научного знания и способам их решения также последовательное моделирование условий профессиональной деятельности специалистов.

Данный курс обобщает, систематизирует и развивает полученные знания об электронике и необходим для последующей учебно-научно-производственной деятельности.

Материал курса основан на знаниях и представлениях, заложенных в общих курсах по электричеству, оптике, спецкурсах по зонной теории полупроводников. Он является базовым для спецкурса по физике полупроводниковых приборов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

– этапы развития электроники, технологии, в том числе субмикронные, изготовления интегральных микросхем, развитие рынка электроники, основные достижения электроники и возможные пути ее развития;

уметь:

– прогнозировать выбор электронных устройств, место и роль полупроводниковых технологий в развитии электроники;

владеть:

– базовыми принципами создания структур и устройств электроники.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Академические компетенции:

1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

2. Владеть системным и сравнительным анализом.

3. Владеть исследовательскими навыками.

4. Уметь работать самостоятельно.

5. Быть способным вырабатывать новые идеи (креативность).

6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

8. Иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация).

9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Социально-личностные компетенции:

1. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

2. Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции:

1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики наноматериалов и нанотехнологий, методов исследования физических объектов, методов измерения физических величин, методов автоматизации эксперимента, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы.

2. Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку эксплуатационных параметров функциональных наноматериалов и технологических процессов их получения.

3. Пользоваться компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

4. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-технической и научно-педагогической работы.

5. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, включая нанотехнологии.

6. Пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения.

7. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

8. Реализовывать методы защиты производственного персонала и населения в условиях возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий и обеспечения радиационной безопасности при осуществлении научной, производственной и педагогической деятельности.

9. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

10. Определять цели инноваций и способы их достижения.

11. Применять методы анализа и организации внедрения инноваций в научно-производственной, научно-педагогической и научно-технической деятельности.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины - 68, из них количество аудиторных часов - 22.

Форма получения высшего образования — очная, дневная.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций и управляемой самостоятельной работы. На проведение лекционных занятий отводится 18 часов, управляемую самостоятельную работу – 4 часа.

Занятия проводятся на 5-м курсе в 9-м семестре.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Технология твердотельной электроники. Истоки и этапы современной микроэлектронной технологии. Транзистор. Интегральные микросхемы. Микроэлектроника как технология информации. Ключевая зависимость интеграции интегральных схем. Кризис «микротехники и интеграции». n-МОП СБИС, КМОП СБИС и биполярные СБИС. Перспективные технологии. Особенности нанометровой технологии производства интегральных микросхем.

2. Естественно-научные концепции развития микроэлектроники. Факторы повышения степени интеграции микросхем. Есть ли будущее у планарной МОП-технологии? Технология "Кремний на изоляторе". Структура «Кремний ни на чем». Транзисторы с двойным и окольцовывающим затвором. Полупроводниковое «дерево».

3. Проблемы современной физики и достижения электроники, основанные на физике полупроводников. Взаимосвязь физики и электроники. Аномальный эффект Холла. Сверхпроводимость. Мезоскопика. Одноэлектроника. Квантовые ямы, нити, точки. Лазеры на квантовых ямах. Молекулярная электроника.

4. Нанoeлектроника – основа информационных систем. Квантовый компьютер. О защите информации. Глаза и пальцы нанотехнологии. Основные задачи нанотехнологии. Элементная база нанoeлектроники. Нанопроводники. Туннельно-зондовые технологии. Пористые материалы для электроники на основе кремния и алюминия. Гигантский магниторезистивный эффект. Наноструктурированные композиционные материалы. Активные (рабочие) среды современной электроники. Мировой рынок электронной промышленности.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	Технология твердотельной электроники	6							
1.1.	Истоки и этапы современной микроэлектронной технологии. Транзистор. Интегральные микросхемы	1					[1], [5]		
1.2	Микроэлектроника как технология информации. Ключевая зависимость интеграции интегральных схем. Кризис «микротехники и интеграции»	1					[1], [3] [5]		
1.3.	n-МОП СБИС, КМОП СБИС и биполярные СБИС	2					[1], [5]		
1.4	Перспективные технологии. Особенности нанометровой технологии производства интегральных микросхем.	2					[1], [4] [8], [9]		
2.	Естественно-научные концепции развития микроэлектроники	4				2			
2.1.	Факторы повышения степени интеграции микросхем. Есть ли будущее у планарной МОП-технологии? Технология "Кремний на изоляторе". Структура «Кремний ни на чем».	2					[1], [4]		
2.2.	Транзисторы с двойным и околовывающим затвором. Полупроводниковое «дерево».	2					[1], [5]		
2.3	Текущий контроль знаний студентов по разделам 1, 2					2		Письменное тестирование	
3.	Проблемы современной физики и достижения электроники, основанные на физике полупроводников	4							
3.1.	Взаимосвязь физики и электроники. Аномальный эффект Холла. Сверхпроводимость. Мезоскопика.	2					[1], [2]		
3.2.	Одноэлектроника. Квантовые ямы, нити, точки. Лазеры на квантовых ямах.	1					[1], [3]		
3.3.	Молекулярная электроника.	1					[1], [9]		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная

1. Оджаев В. Б. и др. Тенденции в развитии электроники и электронной промышленности. Минск. 2010. 263 с.
2. Гинзбург В.Л. // УФН. 1999. Т.170. №6. С.419–441.
3. Материалы современной электроники /В. Ф. Марков, Х. Н. Мухамедзянов, Л. Н. Маскаева ; [под общ.ред. В. Ф. Маркова] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 272 с.
4. Теодорович Н.Н., Кручинина С.А., Праслова Д.Г. Современные тенденции развития электроники // Вестник РГГУ. Серия: Документоведение и архивоведение. Информатика. Защита информации и информационная безопасность. 2016, – № 1(3), – с. 37–44.

Дополнительная

5. Барыбин А.А., Томилин В.И., Шаповалов В.И. Физико-технологические основы макро-, микро- и нанoeлектроники – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 784 с.
6. Валиев К.А., Кокин А.А. От кванта к квантовым компьютерам // Природа. 2002. №12. С.28–36.
7. Точицкий Т.А., Федосюк В.М. Электролитически осажденные пленки и наноструктуры. Минск, 2011, 510с.
8. Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки. Материалы для компьютеров XXI века // Природа. 2000. №11. С.23–30.
9. Журналы: «Живая электроника», «Микроэлектроника»

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Тестовые задания по разделам дисциплины;
2. Устные опросы.

Примерный перечень мероприятий по УСР для контроля качества усвоения знаний по учебной дисциплине

УСР проводится в форме письменного тестирования.

Рекомендуемые разделы для составления тестовых заданий

1. Истоки твердотельной электроники.
2. Технология изготовления микросхем.
3. Естественно-научные концепции развития микроэлектроники.

4. Проблемы современной физики и достижения электроники, основанные на физике полупроводников.
5. Элементная база нанoeлектроники.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать тестовые задания по разделам дисциплины, защиту реферативных работ, устные опросы. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Тестирование проводится в письменной форме. Каждый из письменных тестов включает в себя 10–40 заданий в открытой форме. На выполнение теста отводится 90 мин. По согласованию с преподавателем при подготовке ответа разрешается использовать справочные и учебные издания. Оценка каждого из тестов проводится по десятибалльной шкале.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее оценок за каждое из письменных тестирований.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзаменационная оценка и оценка текущей успеваемости служат для определения рейтинговой оценки по дисциплине, которая рассчитывается как средневзвешенная оценка текущей успеваемости и экзаменационной оценки. Рекомендуемые весовые коэффициенты для оценки текущей успеваемости — 0,4; для экзаменационной оценки — 0,6.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Материалы микро и наноэлектроники	Кафедра физики полупроводников и наноэлектроники	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	24.05.2017 протокол № 12
Технологии производства ИМС	Кафедра физики полупроводников и наноэлектроники	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	24.05.2017 протокол № 12