



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

_____ Крайнова Г.С. _____

(подпись) (Ф.И.О. рук.ОП)

« 15 » _____ сентября _____ 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой

_____ физики низкоразмерных структур _____
(название кафедры)

_____ Саранин А.А. _____

(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)

« 15 » _____ сентября _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Приборные структуры для оптоэлектроники и спинтроники

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Форма подготовки очная

курс 4, семестр 8

лекции 30 час.

в том числе с использованием МАО лек. _____ /пр. 20 _____ /лаб. _____ час.

практические занятия 40 час.

всего часов аудиторной нагрузки 70 часов

в том числе с использованием МАО 20 час .

самостоятельная работа 74 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы 8 семестр

курсовая работа / курсовой проект 8 семестр

зачет нет семестр

экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 № 12-13-235.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики низкоразмерных структур, протокол № 1 от « 15 » _____ сентября _____ 2017 _____ г.

Заведующий кафедрой: чл.-корр. РАН Саранин А.А.

Составитель: к.ф.-м.н. Маслов А.М.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____ Саранин А.А.
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____ Саранин А.А.
(подпись) (И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Bachelor's degree in 11.03.04 Electronics and Nanoelectronics

Course title: Instrument Structures for Optoelectronics and Spintronics

Variable part of Block, 4 credits

Instructor: Ph.D. Maslov A.M.

At the beginning of the course a student should be able to:

GPC-5 - the ability to use basic techniques for processing and presenting experimental data;

PC-1 - the ability to build the simplest physical and mathematical models of devices, circuits, devices and installations of electronics and nano-electronics of various functional purposes, and also to use standard software tools for their computer simulation;

PC-3 - readiness to analyze and systematize the results of research, to present materials in the form of scientific reports, publications, presentations.

Learning outcomes:

PC-18, the willingness to carry out routine inspection of the technical condition of the equipment, its preventive inspection and maintenance;

PC-19, the ability to make applications for spare parts and consumables, as well as verification and calibration equipment;

PC-21, the ability to find analogues of imported parts for small repairs of measuring and diagnostic equipment.

Course description: the discipline "Instrument Structures for Optoelectronics and Spintronics" is included in the block of disciplines chosen by the students of the variable part of the professional cycle. Language of the program – Russian. The teaching materials are written in Russian.

The content of the discipline are based on modern science and educational practice and reflect the author's approach to the subject matter.

The content of the course covers the following range of issues: technology for manufacturing silicon devices; semiconductor devices based on contact phenomena: the contact metal-semiconductor, *pn* junction, heterojunction;

semiconductor diodes, bipolar transistors; structure and physical principles of the FETs; semiconductors based on volume effects: thermistors, varistors, piezoelectric, Gunn diode; optoelectronic devices; charge-coupled devices; concept of spintronics; trends in the development of modern nanoelectronics.

The total number of the course's credits – 4 credits.

Form of final knowledge control: exam.

Main course literature:

1. Shishkin, G. G. Nanoelectronics. Elements, instruments, devices [Electronic resource]: study guide / G. G. Shishkin, I. M. Ageev. - 2nd ed. (e.) - M. : BINOM. Laboratory of knowledge, 2012. - 408 p.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544446>
2. Shchuka, A. A. Nanoelectronics: study guide / A. A. Shchuka, ed. A.S. Sigova. - 2nd ed. - M. : BINOM. Laboratory of Knowledge, 2012. - 342 p.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=366748>
3. Shchuka, A. A. Electronics / A.A. Shchuka. - 2nd ed., Revised and add. - SPb.: BHV-Petersburg, 2008. - 751 p.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=350420>
4. Maller, R. Elements of integrated circuits / R R. Maller, T. Keymins ; translation from English. Ye. Z. Mazelya, L. S. Khodosha. - M: Mir, 1989. - 630 p.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:671843&theme=FEFU>
5. Ferri, D. Electronics of ultra-large integrated circuits / D. Ferri, L. Akers, E. Grinich. - M: Mir, 1991. - 328 p.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:671026&theme=FEFU>
6. Rossado, L. Physical electronics and microelectronics / L. Rossado. translation from spanish S.I. Baskakova ed. V. A. Terekhov - M: High School, 1991. - 351 s.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:413229&theme=FEFU>

Form of final knowledge control: exam.

Аннотация

Рабочая программа учебной дисциплины «Приборные структуры для оптоэлектроники и спинтроники» разработана для студентов 4 курса, обучающихся по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ.

Дисциплина «Приборные структуры для оптоэлектроники и спинтроники» входит в блок дисциплин по выбору студентов вариативной части профессионального цикла.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (30 часов), практические занятия (40 часов), самостоятельная работа (74 часа, в том числе 27 часов на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на 4 курсе в 8-м семестре.

Преподавание курса связано с другими курсами образовательного стандарта: «Физика полупроводников и низкоразмерных систем», «Физические основы микроэлектроники», «Физико-химия нанокластеров и наноструктур», «Кристаллография и кристаллофизика» и опирается на их содержание.

Цель - изучение принципов работы основных полупроводниковых компонентов твердотельной электроники: диодов, биполярных транзисторов, полевых транзисторов, оптоэлектронных приборов. Ознакомление студентов с основами проектирования и производства дискретных полупроводниковых приборов и интегральных схем на их основе.

Задачи:

- Ознакомиться с современным научно-техническим уровнем технологии микро- и наноэлектроники, оптоэлектроники и спинтроники.
- Изучить физические принципы и технологические процессы изготовления и формирования структур приборов твердотельной электроники.

- Изучить конструктивные особенности приборов твердотельной электроники.

По завершению обучения дисциплине студент должен:

- понимать и знать физические процессы и явления, определяющие функционирование полупроводниковых приборов и устройств во всех направлениях современной электроники

- знать основные технологические процессы производства дискретных полупроводниковых элементов;

- знать основы проектирования и производства интегральных схем;

- представлять состояние спинтроники, микро- и наноэлектроники на современном этапе и знать проблемы и перспективы развития этой отрасли.

Для успешного изучения дисциплины «Приборные структуры для оптоэлектроники и спинтроники» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОПК-5 - способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

ПК-1 - способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

ПК-3 - готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие элементы компетенций.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-18, готовность осуществлять	Знает	современное электронное, измерительное оборудование и вычислительную технику

регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт	Умеет	осуществлять регламентную проверку технического состояния, профилактический осмотр современного электронного, измерительного оборудования
	Владеет	навыками профилактического осмотра и текущего ремонта электронного, измерительного оборудования
ПК-19, способность составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры	Знает	измерительные приборы и установки для экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники
	Умеет	контролировать работу оборудования и приборов, учитывать износ деталей и расходных материалов
	Владеет	методикой составления заявок на запасные детали и расходные материалы, на поверку и калибровку аппаратуры
ПК-21, способность находить аналоги импортных деталей при мелком ремонте измерительного и диагностического оборудования	Знает	измерительные приборы и установки для экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники
	Умеет	контролировать работу оборудования и приборов, учитывать износ деталей и расходных материалов, диагностировать поломки, нарушение режимов работы
	Владеет	способностью находить аналоги импортных деталей при мелком ремонте измерительного и диагностического оборудования

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Приборные структуры для оптоэлектроники и спинтроники» применяются следующие методы активного обучения: дискуссия, коллективная мыслительная деятельность, выполнение практических задач.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(30 часов)

Тема 1. Введение. Предмет и задачи дисциплины (2 часа)

Понятия электроники, микроэлектроники и нанoeлектроники, оптоэлектроники, спинтроники. Краткий исторический обзор развития твердотельной электроники. Основные этапы развития отечественной и зарубежной электроники.

Тема 2. Технология изготовления кремниевых приборов (3 часа)

Общие сведения о микросхемах и технологии их изготовления. Изготовление монокристалла полупроводникового материала. Разрезка монокристалла и получение пластин. Изготовление фотошаблонов. Фотолитография. Легирование методом термической диффузии примесей. Легирование методом ионной имплантации. Химическое осаждение из газовой фазы. Создание межсоединений и окончательная сборка. Проверка параметров и сборка в корпус. Пример прибора: интегральный резистор.

Тема 3. Полупроводниковые приборы на основе контактных явлений. Диоды (3 часа)

Равновесие в электронных системах. Система металл-полупроводник. Неоднородно легированный полупроводник. Идеальные переходы металл-полупроводник. Вольтамперные характеристики. Барьер Шоттки. Приборы со структурой металл-полупроводник: диоды Шоттки. P-N переход. Уравнение Пуассона. Резкий и плавный p-n переход. Вольтамперная характеристика p-n перехода. Ширина обедненной области, максимальное поле. Пробой переходов. Пример прибора: полевой транзистор с управляющим p-n переходом. Гетеропереход и его применение в приборах.

Тема 4. Физические принципы работы и структура полевых транзисторов (3 часа)

Свойства структуры Металл-Оксид-Полупроводник, режимы обогащения, обеднения, инверсии. Реальный МОП-конденсатор. Заряды в окисле и на границе раздела. Идеальный МОП-транзистор, принцип работы.

Реальный МОП-транзистор. Пробой в МОП-транзисторах. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом, полевой транзистор с управляющим переходом металл-полупроводник, ионно-легированные МОП-транзисторы.

Тема 5. Полупроводниковые приборы на основе объемных эффектов (3 часа)

Терморезисторы и их устройство, описание сущности эффекта, используемые материалы, основные характеристики терморезисторов. Варисторы и их устройство, области применения. Пьезоэлектрический эффект: прямой и обратный, пьезоэлементы. Эффект Ганна, ганновские генераторы, диод Ганна.

Тема 6. Оптоэлектронные приборы (3 часа)

Диоды для оптоэлектроники: солнечный элемент, солнечные батареи, светоизлучающий диод, лазеры с *p - n* переходами и гетеропереходами.

Тема 7. Основы технологии интегральных схем (3 часа)

Классификация интегральных микросхем (ИМС) и система условных обозначений. Полупроводниковые ИМС. Пленочные и гибридные ИМС. Большие интегральные схемы. Микросборки. Основные технологии изготовления полупроводниковых ИМС.

Тема 8. Приборы с зарядовой связью (ПЗС) (3 часа)

Приборы с зарядовой связью (ПЗС): ПЗС с поверхностным каналом, ПЗС с объемным каналом, ПЗС на основных носителях. Электродные структуры. Каналы переноса. Устройства ввода и вывода. Приемники изображения на ПЗС. Приборы с переносом заряда в запоминающих устройствах.

Тема 9. Спинтроника (4 часа)

Что такое спинтроника? Магнитные полупроводники и спиновые нанотранзисторы. Спиновый транзистор Джонсона. Транзистор Монсма. SPICE-транзистор. Спин полевой транзистор Датта-Даса (spin-field-effect transistor — SFET). Перспективы развития спинтроники.

Тема 10. Тенденции развития физической микроэлектроники и наноэлектроники (3 часа)

Современные технологии полупроводникового производства и новые материалы: медные соединения, кремний-германий, кремний на изоляторе, арсенид галлия. Понятие молекулоники и приборы ближайшего будущего. Органические материалы в наноэлектронике. Квантовый компьютер.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (семинарские занятия, выступления с докладами) (47 часов)

Занятие 1, 2. Физические принципы работы и структура биполярного транзистора (9 часов)

Структура биполярного транзистора и принцип его работы. Транзисторы для интегральных схем. Активный режим. Усиление по току. Переключательные процессы в транзисторе. Режимы работы транзистора. Модель Эберса – Молла. Примеры приборов: планарные биполярные усилительные и переключающие транзисторы. Вертикальные pnp -транзисторы с коллектором в подложке. Горизонтальные $p-n-p$ -транзисторы.

Занятие 3, 4. Интегральные схемы на биполярных транзисторах (9 часов)

Биполярные транзисторы интегральных схем, транзистор типа $n-p-n$ со скрытым слоем, транзистор типа $p-n-p$ с горизонтальной структурой, транзистор типа $p-n-p$ с вертикальной структурой, составной транзистор типа $p-n-p$, семейства биполярных цифровых интегральных схем.

Занятие 5, 6. Аналоговые интегральные схемы (9 часов)

Дифференциальные усилители, операционные усилители, классификация аналоговых интегральных схем.

Занятие 7, 8. Интегральные схемы на основе полевых транзисторов (10 часов)

МОП-транзистор, сравнение технологий производства биполярного и МОП-транзистора, основные характеристики, физические процессы и применение МОП ИС, логика *p*-МОП, логика *n*-МОП, логика КМОП, использование МОП-технологий в СБИС.

Занятие 9, 10. Поиск заинтересовавших студента статей и их проработка для более углублённого усвоения изучаемого материала (10 часов).

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Приборные структуры для оптоэлектроники и спинтроники» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Введение. Предмет и задачи дисциплины.	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен,
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос, задание на реферат
			владеет	Семинарское занятие	устный опрос,

					контрольная работа 1
2	Тема 2. Технология изготовления кремниевых приборов	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен,
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	устный опрос, контрольная работа 1
3	Тема 3. Полупроводниковые приборы на основе контактных явлений. Диоды.	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	устный опрос, контрольная работа 1
4	Тема 4. Физические принципы работы и структура полевых транзисторов	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие (ПР-б)	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	устный опрос, контрольная работа 2
5	Тема 5. Полупроводниковые приборы на основе объемных эффектов	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Обзорные доклады	устный опрос, контрольная работа 2
6	Тема 6. Оптоэлектронные приборы	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	Доклады по рефератам, обсуждение
7	Тема 7. Основы технологии интегральных схем	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	устный опрос,

					контрольная работа 2
8	Тема 8. Приборы с зарядовой связью (ПЗС)	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	Доклады по рефератам, обсуждение
9	Тема 9. Спинтроника	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	Доклады по рефератам, обсуждение
10	Тема 10. Тенденции развития физической микроэлектроники и нанoeлектроники	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен,
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	Доклады по рефератам, обсуждение

Вопросы и типы заданий к экзамену, типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(печатные и электронные издания)

7. Шишкин, Г. Г. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. Г. Шишкин, И. М. Агеев. – 2-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 408 с.
<http://znaniyum.com/catalog.php?bookinfo=544446>

8. Щука, А. А. Нанoeлектроника: учебное пособие / А. А. Щука под ред. А. С. Сигова. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 342 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=366748>
9. Щука, А. А. Электроника / А.А. Щука. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 751 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=350420>
10. Маллер, Р. Элементы интегральных схем / Р. Маллер, Т. Кейминс ; пер. с англ. Е. З. Мазеля, Л. С. Ходоша. – М: Мир, 1989. – 630 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:671843&theme=FEFU>
11. Ферри, Д. Электроника ультрабольших интегральных схем / Д. Ферри, Л. Эйкерс, Э. Гринич. – М: Мир, 1991. – 328 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:671026&theme=FEFU>
12. Россaдо, Л. Физическая электроника и микроэлектроника / Л. Россaдо. пер. с испан. С. И. Баскакова под ред. В. А. Терехова – М: Высшая школа, 1991г. – 351 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:413229&theme=FEFU>

Дополнительная литература
(печатные и электронные издания)

Тема 9. Спинтроника

1. Борисов Е. Спинтроника. Куда двигаться дальше? // Вектор Высоких Технологий. 2013. № 4(4). https://ostec-micro.ru/upload/iblock/418/spintronika_vvt4.pdf
2. Войтович И.Д., Корсунский В.М. Спинтроника и ее вклад в элементарную базу информатики. Ч. 1 // Математические машины и системы, 2014, №1. Научная библиотека КиберЛенинка:
<http://cyberleninka.ru/article/n/spintronika-i-ee-vklad-v-elementnuyu-bazu-informatiki-ch-1>
3. Войтович И.Д., Корсунский В.М. Спинтроника и ее вклад в элементарную базу информатики. Ч. 2 // Математические машины и системы, 2014, №2.

<http://cyberleninka.ru/article/n/spintronika-i-ee-vklad-v-elementnuyu-bazu-informatiki-ch-2>

4. Войтович И.Д., Корсунский В.М. Спинтроника и ее вклад в элементарную базу информатики. Ч. 1 // Математические машины и системы. 2014. №3.

<http://cyberleninka.ru/article/n/spintronika-i-ee-vklad-v-elementnuyu-bazu-informatiki-ch-3>

IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В общей трудоемкости дисциплины 144 часа. (4 ЗЕ) аудиторные занятия составляют 60 часов, включая лекции (30 часов) и семинарские занятия (30 часов).

По дисциплине предусмотрена внеаудиторная самостоятельная работа в объеме 57 часов на весь курс дисциплины. Кроме того, в период экзаменационной сессии, планируется 27 часов на подготовку к экзамену.

Расписание аудиторных занятий включает в неделю 8 часов. Рекомендуется учащимся планировать внеаудиторную самостоятельную работу в объеме 2.5 часов в учебную неделю.

Для углубленного изучения теоретического материала курса дисциплины рекомендуются использовать основную и дополнительную литературу, указанную в приведенном выше перечне.

Самостоятельная работа студентов при изучении данной дисциплины состоит из подготовки к семинарским занятиям, контрольным работам и подготовки рефератов по выбранной теме из предложенного в курсе списка тем, с последующей защитой реферата на семинарском занятии на 10-12 неделях занятий. Рекомендуется для подготовки рефератов в обязательном

порядке использовать научные статьи последних лет, в том числе и на английском языке..

Целью осуществления данной деятельности является приобретение студентами, обучающимися по направлению «Электроника и наноэлектроника», навыков работы с научной литературой при подготовке к семинарским занятиям; получение опыта обработки и интерпретации литературных данных, а также теоретического изучения методов создания нанокластеров, наноструктур и наноматериалов и анализа их использования для конкретных систем, рассматриваемых в реферативных работах.

V. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательный процесс по дисциплине проводится в лекционных и компьютерных аудиториях корпуса ИАПУ ДВО РАН, оснащенных компьютерами класса Pentium и мультимедийными (презентационными) системами, с подключением к общекорпоративной компьютерной сети ИАПУ ДВО РАН, ДВФУ и сети Интернет.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Приборные структуры для оптоэлектроники и
спинтроники»**

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Форма подготовки очная

**Владивосток
2017**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 и 2 недели семестра	Подготовка к семинарскому занятию по теме 1	9 час.	устный опрос по теме, контрольная работа №1
2	3 и 4 неделя семестра	Подготовка к семинарскому занятию по теме 2	9 час.	устный опрос по теме, контрольная работа №1
3	5 и 6 недели семестра	Подготовка к семинарскому занятию по теме 3	9 час.	устный опрос по теме, обзорные доклады
4	7 и 8 неделя семестра	Подготовка к семинарскому занятию по теме 4	10 час.	устный опрос по теме, обзорные доклады
6	9 и 10 неделя семестра	Подготовка устных докладов в виде презентации с рисунками и выводами на основе подготовленных рефератов	10 час.	Обзорные доклады по рефератам
Итого			47 часов	

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Задания и методические рекомендации для самостоятельной работы обеспечивают подготовку реферата в рамках выбранной темы по прочитанным оригинальным статьям, контрольным работам и обзорному докладу по реферату с использованием оригинальных научных статей в рамках тематики курса лекций «Приборные структуры для оптоэлектроники и спинтроники».

Методические указания к подготовке реферата

Реферат (от лат. *refero* — докладываю, сообщаю) представляет собой краткое изложение проблемы практического или теоретического характера с формулировкой определенных выводов по рассматриваемой теме. Избранная студентом проблема изучается и анализируется на основе одного или нескольких источников. В отличие от курсовой работы, представляющей собой комплексное исследование проблемы, реферат направлен на анализ одной или нескольких научных работ.

Целями написания реферата являются:

- развитие у студентов навыков поиска актуальных проблем современного законодательства;
- развитие навыков краткого изложения материала с выделением лишь самых существенных моментов, необходимых для раскрытия сути проблемы;
- развитие навыков анализа изученного материала и формулирования собственных выводов по выбранному вопросу в письменной форме, научным, грамотным языком.

Задачами написания реферата являются:

- научить студента максимально верно передать мнения авторов, на основе работ которых студент пишет свой реферат;
- научить студента грамотно излагать свою позицию по анализируемой в реферате проблеме;
- подготовить студента к дальнейшему участию в научно – практических конференциях, семинарах и конкурсах;
- помочь студенту определиться с интересующей его темой, дальнейшее раскрытие которой возможно осуществить при написании курсовой работы или диплома;
- уяснить для себя и изложить причины своего согласия (несогласия) с мнением того или иного автора по данной проблеме.

Основные требования к содержанию реферата

Студент должен использовать только те материалы (научные статьи, монографии, пособия), которые имеют прямое отношение к избранной им теме. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с анализируемой проблемой. Содержание реферата должно быть конкретным, исследоваться должна только одна проблема (допускается несколько, только если они взаимосвязаны). Студенту необходимо строго придерживаться логики изложения (начать с определения и анализа понятий, перейти к постановке проблемы, проанализировать пути ее решения и сделать соответствующие выводы). Реферат должен заканчиваться выведением выводов по теме.

По своей *структуре* реферат состоит из:

1. Титульного листа;
2. Содержания;
3. Введения, где студент формулирует проблему, подлежащую анализу и исследованию;
4. Основного текста, в котором последовательно раскрывается избранная тема. В отличие от курсовой работы, основной текст реферата предполагает деление на 2-3 параграфа без выделения глав. При необходимости текст реферата может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует "перегружать" текст;
5. Заключения, где студент формулирует выводы, сделанные на основе основного текста.
6. Списка использованной литературы. В данном списке называются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке реферата, так и иные, которые были изучены им при подготовке реферата.

Объем реферата составляет 10-15 страниц машинописного текста, но в любом случае не должен превышать 15 страниц. Интервал – 1,5, размер шрифта – 14, поля: левое — 3см, правое — 1,5 см, верхнее и нижнее — 1,5см.

Страницы должны быть пронумерованы. Абзацный отступ от начала строки равен 1,25 см.

Порядок сдачи реферата и его оценка

Реферат пишется студентами в течение триместра в сроки, устанавливаемые преподавателем по конкретной дисциплине, и сдается преподавателю, ведущему дисциплину.

По результатам проверки студенту выставляется определенное количество баллов, которое входит в общее количество баллов студента, набранных им в течение триместра. При оценке реферата учитываются соответствие содержания выбранной теме, четкость структуры работы, умение работать с научной литературой, умение ставить проблему и анализировать ее, умение логически мыслить, владение профессиональной терминологией, грамотность оформления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгалева Л.М. Реферат: методические рекомендации – Находка: Институт технологии и бизнеса. – 2003. – 12 с.
2. Басаков М.И. От реферата до дипломной работы. Рекомендации студентам по оформлению текста: Учеб. пособие - Ростов н/Д.: Феникс, 2001. - 64 с.
3. Грамотно оформляй самостоятельно текст. - Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2002. - 36 с.
4. Сафонов А.А. Основы научных исследований: Учеб. пособие. - Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2000. - 168 с.

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой, написания докладов по теме семинарского занятия, подготовки презентаций, решения задач.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Оценивание резюме проводится по критериям:

- использование данных отечественной и зарубежной литературы, источников Интернет и курса лекций;
- владение методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области;
- отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы.

Подготовка к контрольным работам

Подготовка к контрольным работам проводится по тематике лекций в рамках рассмотренных тем. Вопросы выносятся на контрольные работы без их предварительного обсуждения. Преподаватель оставляет за собой право проводить короткие по времени контрольные работы (до 10 минут) с ответом на 5 коротких вопросов, сформулированных в строгом соответствии с темами лекционных занятий.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Приборные структуры для оптоэлектроники и
спинтроники»
Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Форма подготовки очная

Владивосток
2017

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-18, готовность осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт	Знает	перечень регламентных работ для проверки технического состояния оборудования
	Умеет	проверять наличие всех необходимых документов для осуществления регламентной проверки технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт
	Владеет	способностью осуществлять регламентную проверку и способностью заключать договора на проведение регламентных работ
ПК-19, способность составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры	Знает	процесс составления заявок на запасные детали, расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры
	Умеет	составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, на соответствие средств измерений установленным техническим требованиям и ГОСТ и калибровку аппаратуры
	Владеет	методикой поверки и калибровки аппаратуры
ПК-21, способность находить аналоги импортных деталей при мелком ремонте измерительного и диагностического оборудования	Знает	процесс поиска технических документов на отечественные и импортные детали измерительного и диагностического оборудования
	Умеет	проводить поиск и составлять заявки на импортные аналоги запасных деталей и расходных материалов измерительного и диагностического оборудования
	Владеет	максимальными знаниями для поиска и выбора импортных деталей при мелком ремонте измерительного, диагностического и технологического оборудования

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Введение. Предмет и задачи дисциплины.	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос, задание на реферат
			владеет	Семинарское занятие	устный опрос,

					контрольная работа 1
2	Тема 2. Технология изготовления кремниевых приборов	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	устный опрос, контрольная работа 1
3	Тема 3. Полупроводниковые приборы на основе контактных явлений. Диоды.	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	устный опрос, контрольная работа 1
4	Тема 4. Физические принципы работы и структура полевых транзисторов	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие)	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	устный опрос, контрольная работа 2
5	Тема 5. Полупроводниковые приборы на основе объемных эффектов	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Обзорные доклады	устный опрос, контрольная работа 2
6	Тема 6. Оптоэлектронные приборы	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	устный опрос, контрольная работа 2
7	Тема 7. Основы технологии интегральных схем	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос

			владеет	Семинарское занятие	устный опрос, контрольная работа 2
8	Тема 8. Приборы с зарядовой связью (ПЗС)	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	Доклады по рефератам, обсуждение
9	Тема 9. Спинтроника	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	Доклады по рефератам, обсуждение
10	Тема 10. Тенденции развития физической микроэлектроники и наноэлектроники	ПК-18, 19, 21	знает	лекции	экзамен,
			умеет	Семинарское занятие	устный опрос
			владеет	Семинарское занятие	Доклады по рефератам, обсуждение

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	оценка
ПК-18 готовность осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт	знает (пороговый уровень)	перечень регламентных работ для проверки технического состояния оборудования	основы регламентных работ для проверки технического состояния оборудования	способность применить знания и умения для осуществления регламентной проверки технического состояния оборудования	3
	умеет (продвинутый)	проверять наличие всех необходимых документов для осуществления регламентной проверки технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт	осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр	способность проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактический осмотр	4

	владеет (высокий)	способностью осуществлять регламентную проверку и способностью заключать договора на проведение регламентных работ	опытом проведения регламентной проверки технического состояния оборудования, его профилактических осмотров и текущего ремонта	способность проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования	5
ПК-19 способность составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры	знает (пороговый уровень)	процесс составления заявок на запасные детали, расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры	основы теории составления заявок на запасные детали, расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры	способность применить знания и умения для составления заявок на запасные детали, расходные материалы	3
	умеет (продвинутый)	составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, на соответствие средств измерений установленным техническим требованиям и ГОСТ и калибровку аппаратуры	выполнять типичные задачи, связанные с составлением заявки на запасные детали и расходные материалы	способность составлять заявки на запасные детали и расходные материалы	4
	владеет (высокий)	методикой поверки и калибровки аппаратуры	опытом составления заявки на запасные детали и расходные материалы, а также навыками поверки и калибровки аппаратуры	способность составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, применять навыки поверки и калибровки аппаратуры	5
ПК-21 способность находить аналоги импортных деталей при мелком ремонте измерительного и диагностического оборудования	знает (пороговый уровень)	процесс поиска технических документов на отечественные и импортные детали измерительного и диагностического оборудования	как проводить поиск технических документов на отечественные и импортные детали измерительного и диагностического оборудования	способность применить знания для поиска технических документов на отечественные и импортные детали измерительного и диагностического оборудования	3
	умеет (продвинутый)	проводить поиск и составлять заявки на	проводить поиск технических	способность проводить поиск технических документов на отечественные и импортные	4

		импортные аналоги запасные детали и расходные материалы измерительного и диагностического оборудования	документов на отечественные и импортные детали измерительного и диагностического оборудования составлять технические заявки	детали измерительного и диагностического оборудования	
	владеет (высокий)	максимальными знаниями для поиска и выбора импортных деталей при мелком ремонте измерительного, диагностического и технологического оборудования	опытом поиска и выбора импортных деталей при мелком ремонте измерительного, диагностического и технологического оборудования, навыком составления технических заявок	способность проводить поиск технических документов на отечественные и импортные детали измерительного и диагностического оборудования, составлять технические заявки	5

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Понятия электроники, микроэлектроники и наноэлектроники, оптоэлектроники, спинтроники.
2. Методы изготовления монокристаллов п/п материала.
3. Этапы изготовления микросхем.
4. Что такое фотолитография? Основные этапы фотолитографии.
5. Материалы для металлизации (создания межсоединений). Принципы выбора металла.
6. Методы введения примеси (легирования).
7. Легирование методом ионной имплантации, преимущества по сравнению с термической диффузией примеси.
8. Химическое осаждение из газовой фазы.
9. Пример прибора: интегральный резистор.
10. Объяснить понятие термодинамического равновесия.
11. Что такое омический контакт?
12. Контакт металл-полупроводник. Барьер Шоттки.
13. Барьер Шоттки при приложенном внешнем напряжении.
14. Что такое гомопереход? Условия возникновения р-п перехода.
15. Резкий и плавный р-п переход.
16. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом.
17. Биполярный транзистор, структура и принцип работы.

18. Режимы работы биполярного транзистора.
19. Горизонтальные pnp-транзисторы.
20. Вертикальные pnp-транзисторы с коллектором в подложке.
21. Что такое гетеропереход? Виды гетеропереходов.
22. Полупроводниковые приборы на основе объемных эффектов.
23. Что такое терморезистор? Какие типы терморезисторов существуют?
24. Варистор, принцип его работы.
25. Что такое пьезоэлектрический эффект?
26. Что такое обратный пьезоэлектрический эффект?
27. Что такое эффект Ганна? В каких полупроводниках он наблюдается?
28. Сколько доменов может одновременно появиться в ганновском генераторе? Почему?
29. Что такое МОП конденсатор?
30. Режимы МОП структуры.
31. Что такое режим инверсии в МОП структуре?
32. Как можно варьировать электрические свойства поверхности Si в МОП структуре?
33. Какие существуют источники заряда в окисле и на границе раздела?
34. Как влияют заряды в окисле и на поверхностных состояниях на пороговое напряжение МДП структуры?
35. МОП-транзистор, структура и принцип работы.
36. Чем отличаются МДП транзисторы со встроенным и индуцированным каналом?
37. Что такое интегральная микросхема (ИМС), ее функции, виды микросхем?
38. Классификация интегральных схем.
39. Пленочные, гибридные, полупроводниковые интегральные микросхемы.
40. Фотодиод, солнечный элемент.
41. Светодиод.
42. Газовые лазеры.

43. Лазер на основе p-n перехода.
44. Лазер на основе гетероперехода.
45. Твердотельные лазеры.
46. Приборы с зарядовой связью (ПЗС): ПЗС с поверхностным каналом.
47. ПЗС с объемным каналом.
48. Приемники изображения на ПЗС.
49. Тенденции развития физической электроники и микроэлектроники.
50. Что такое спинтроника? Перспективы развития спинтроники.

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Приборные структуры для оптоэлектроники и спинтроники» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Приборные структуры для оптоэлектроники и спинтроники» проводится в форме контрольных мероприятий (написание и защита рефератов по предложенным темам, краткие ответы на вопросы на семинарских занятиях, контрольные работы в рамках вопросов самопроверки в ходе семинарских занятий) по оцениванию фактических результатов обучения студентов осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Оценивание результатов освоения дисциплины на этапе текущей аттестации проводится в соответствии с используемыми оценочными средствами.

Критерии оценки отчетов по семинарским занятиям

Оценивание работы на семинарских занятиях проводится на основе анализа выступлений студента с краткими ответами по заданным на семинарском занятии вопросам теоретического и технологического характера по двухбалльной шкале: «зачтено», «незачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он посетил 100% семинарских занятий и продемонстрировал владение методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, если он посетил менее 50% семинарских занятий и не владеет методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы, допускает существенные ошибки в работе, представляет отчет с существенными отклонениями при ответах на поставленные вопросы.

Критерии оценки контрольных работ

Оценивание проводится после письменных ответов на поставленные вопросы по пятибалльной шкале.

Максимальная оценка по контрольной работе – 5, минимальная 3.

Результаты контрольных работ учитываются при сдаче экзаменов. Дополнительные вопросы задаются по темам контрольных работ, по которым студент получил оценку ниже 4 баллов.

Оценочные средства для текущей аттестации

Формы и методы для текущего контроля: контрольные работы по разделам дисциплины.

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Контрольная работа №1

1. Что такое интегральная микросхема (ИМС), ее функции, виды микросхем?
2. Планарная технология.
3. Термическое окисление.
4. Методы изготовления монокристаллов п/п материала (Si).
5. Что такое гомопереход? Условия возникновения $p-n$ перехода.
6. Методы введения примеси (легирования).
7. Что такое фотолитография? Основные этапы фотолитографии.
8. Этапы изготовления микросхем.
9. Что такое фоторезист? Виды фоторезистов. Что такое экспонирование?
10. Легирование методом ионной имплантации, преимущества по сравнению с термической диффузией примеси.
11. Материалы для металлизации (создания межсоединений). Принципы выбора металла.
12. Что такое интегральный резистор, пленочный резистор?
13. Объяснить понятие термодинамического равновесия.
14. Нарисовать зонную диаграмму полупроводников: собственного, n -типа, p -типа.
15. Что такое диод Шоттки, омический контакт?
16. Пробой переходов.
17. Что такое гетеропереход?
18. Виды гетеропереходов.
19. Структура биполярного транзистора и принцип его работы.
20. Резкий и плавный $p-n$ переход.

Контрольная работа №2

1. Что такое МОП конденсатор?

2. Режимы МОП структуры.
3. Нарисовать полевой МОП транзистор.
4. Какие существуют источники заряда в окисле?
5. Как можно варьировать электрические свойства поверхности Si в МОП структуре?
6. Какие полупроводниковые приборы на основе объемных эффектов вы знаете?
7. Что такое эффект Ганна? В каких полупроводниках он наблюдается?
8. Сколько доменов может одновременно появиться в ганновском генераторе? Почему?
9. Что такое терморезистор? Какие типы терморезисторов существуют?
10. Что такое варистор? Его области применения.
11. Что такое пьезоэлектрический эффект?
12. Что такое обратный пьезоэлектрический эффект?
13. Что такое режим инверсии в МОП структуре?
14. Что такое режим обогащения в МОП структуре?
15. Светодиод.
16. Фотодиод.
17. Полупроводниковые лазеры.
18. Твердотельные лазеры.
19. Газовые лазеры.
20. Лазеры на гетеропереходе.

ТЕМАТИКА И ПЕРЕЧЕНЬ РЕФЕРАТОВ

Рабочей программой учебной дисциплины «Приборные структуры для оптоэлектроники и спинтроники» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 47 часов, включающая в себя подготовку рефератов. Тема реферата выбирается из одной из тем практических занятий.