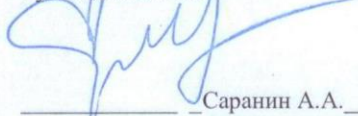




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП



Саранин А.А.
(подпись) (Ф.И.О. рук.ОП)
« 19 » сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой
физики низкоразмерных структур
(название кафедры)



Саранин А.А.
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)
« 19 » сентября 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальные методы технологии выращивания тонких пленок

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

магистерская программа "Нанотехнологии в электронике"

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 1
лекции 36 час.
практические занятия 36
лабораторные работы не предусмотрены
в том числе с использованием МАО лек. /пр. /лаб. час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час
в том числе с использованием МАО
самостоятельная работа 54 час.
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.
контрольные работы (количество) не предусмотрены
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет не предусмотрен
экзамен 1 семестр 1

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно устанавливаемого ДФУ, утвержденного приказом ректора от 13.06.2017 № 12-13-1206.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики низкоразмерных структур, протокол № 1 от «19» сентября 2018 г.

Заведующий (ая) кафедрой Саранин А.А.
Составитель (ли): Коробцов В.В.

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

Master's degree in 11.04.04 "Special methods of thin film growth technology"

Study Master's Program "Nanotechnology in Electronics"

Course title: Special methods of thin film growth technology

Variable part of Block, _4_credits

Instructor: Korobtsov V.V., Dr. Phys.-math, School of Natural Sciences of Far Eastern Federal University.

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

OC-7, the ability to use modern trend in electronics, measurement and scientific methods, information technology, computers and networks.

Learning outcomes:

OC-5, preparedness to execute, present, report and reasonably defend the results of the work performed

PC -13, the ability to design technological processes for the production of materials and electronic products using automated systems of technological preparation of production

PC-14, ability to develop technological documentation for projected devices, devices and systems of electronic equipment

PC-24, ability to conduct training of co-workers directly at the enterprise / laboratory

Course description:

The content of discipline covers the special methods of technology growth of the thin solid films, nanoparticles and nanomaterials. It's include the physical principles of growth methods, research devices, process and lab equipments.

Main course literature:

1. Gromov, D. G. Metallization of ultra-large integrated circuits [Electronic resource]: a tutorial / D. G. Gromov, A. I. Mochalov, A. D. Sulimin, etc. - 2nd ed. (El.) - M.: BINOM. Laboratory of Knowledge, 2012. - 277 p.: Ill.; 60x90 / 16. -

ISBN 978-5-9963-0915-3. Access mode:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:277417&theme=FEFU>

2. Korolev, M. A. Technology, constructions and methods for modeling silicon integrated circuits [Electronic resource]: at 2 pm. Part 1 / M. A. Korolev, T.Yu. Krupkina, M.A. Reveleva; MA Korolev [and others]; under the general ed. Corr. RAS prof. Yu. A. Chaplygin. - 2nd ed. (El.) - M.: BINOM. Laboratory of Knowledge, 2012. - 397 p.: Ill. - ISBN 978-5-9963-0912-2 (Part 1), ISBN 978-5-94774-583-2. Access mode:

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=476068>

3. Korolev, M. A. Technology, constructions and methods for modeling silicon integrated circuits [Electronic resource]: at 2 am Ch. 2 / M. A. Korolev, T. Yu. Krupkina, M. G. Putrya and others. ; under the general ed. Corr. RAS prof. Yu. A. Chaplygin. - 2nd ed. (El.) - M.: BINOM. Laboratory of Knowledge, 2012. - 422 p. ; 60x90 / 16. ISBN 978-5-9963-0913-9 (Part 2), ISBN 978-5-94774-583-2. Access mode

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=366622>

4. Korkishko, Yu. N. Introduction to the processes of integrated micro- and nanotechnologies: a textbook for universities: 2 tons. T. 1 / total. ed. Yu. N. Korkishko. - M.: BINOM. Laboratory of Knowledge, 2010. - 392 p.: 60h90 / 16. - (Nanotechnology). - ISBN 978-5-9963-0335-9 (T. 1), 978-5-9963-0341-0. Access mode:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:298095&theme=FEFU>

5. Korkishko, Yu. N. Introduction to the processes of integral micro- and nanotechnologies [Electronic resource]: a textbook for universities: in 2 t. V. 2 / total. ed. Yu. N. Korkishko. - M.: BINOM. Laboratory of knowledge, 2011. - 252 p.: Il. - 60x90 / 16. - (Nanotechnology). - ISBN 978-5-9963-0336-6 (T.2), ISBN 978-5-9963-0341-0. Access mode:

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=366692>

Form of final knowledge control: exam

АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина "Специальные методы технологии выращивания тонких пленок" разработана для студентов 1 курса направления магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника магистерской программы "Нанотехнологии в электронике" в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет ЗЕТ(4). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 час), самостоятельная работа студента (54 час). Дисциплина «Специальные методы технологии выращивания тонких пленок» входит в вариативную часть цикла дисциплин образовательной программы, реализуется на 1 курсе, в 1 семестре.

Дисциплина «Специальные методы технологии выращивания тонких пленок» логически и содержательно связана с такими курсами, как, «Физика конденсированного состояния», «Физические основы электроники» и др.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физических основ методов выращивания тонких пленок, наночастиц и наноматериалов на поверхности твердых тел. Курс построен на ранее изученных основных эффектах взаимодействия атомов и молекул с поверхностью твердых тел, пройденных в курсах "Физика", "Электродинамика", "Оптика твердого тела" и т.д.

Цель изучения дисциплины – освоение теории и практики выращивания тонких пленок различных материалов современными методами и приборами, доступными в лабораториях исследовательских центров. Этот подход предполагает ознакомление студентов с возможностями современных приборов и исследовательских лабораторий.

Задачи изучения дисциплины:

- овладение теоретическими основами роста тонких пленок методами физической и химической конденсации на поверхности твердых тел, а также их стимуляции посредством использования различного типа излучений;

- формирования навыков практической работы с исследовательской аппаратурой, умение обрабатывать и получать заданные параметры тонких пленок.

Для успешного изучения дисциплины «Специальные методы технологии выращивания тонких пленок» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОПК-2 - способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

ОПК-3 - способностью к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ;

ОПК-7 - способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные и профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-5, готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Знает	основные методы анализа и систематизации результатов научных исследований в области физики и технологии полупроводниковых структур; современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в области анализа и систематизации результатов научных исследований.
	Умеет	обосновано выбирать методы анализа и систематизации результатов научных исследований в области физики и технологии полупроводниковых структур;
	Владеет	навыками применения: методов рациональной организации научной работы в выбранной области физики технологии полупроводников; методов представления результатов научной работы

ПК-13, способностью проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	Знает	методы проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
	Умеет	выбирать оптимальные методы проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники
	Владеет	навыками использования автоматизированных систем технологической подготовки производства
ПК-14, способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники	Знает	методы разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники, ГОСТы и ОСТы на технологическую документацию
	Умеет	выбирать оптимальные методы разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы, и системы электронной техники
	Владеет	навыками разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы, и системы электронной техники
ПК-24, способностью проводить обучение сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории	Знает	методики проведения обучения сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории
	Умеет	выбирать оптимальные методики проведения обучения сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории
	Владеет	навыками проведения обучения сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Специальные методы технологии выращивания тонких пленок» применяется метод активного/ интерактивного обучения:

экскурсии по действующим лабораториям соответствующего профиля для ознакомления с реально работающей аппаратурой;

лабораторные работы с использованием реально работающего оборудования.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Содержание теоретической части курса разбивается на темы.

Тема 1. Газофазная эпитаксия (4,0 часа)

Введение, химическая кинетика, влияние температуры, легирование, автолегирование, технологическое оборудование, выбор оптимальной технологии.

Тема 2. Молекулярно-лучевая эпитаксия (6.0 часа)

Введение, описание процесса, качество вакуума, система роста, подготовка подложки, легирование, кинетика легирования, легирование вторичной имплантацией, ионное легирование, сегрегация примеси, кинетика сегрегации.

Тема 3. Твердофазная эпитаксия (6.0 часа)

Введение, структурное различие между аморфным и кристаллическим кремнием, способы приготовления аморфного кремния, кинетика кристаллизации, основные закономерности кристаллизации, ориентационная зависимость, влияние примесей на кинетику кристаллизации, процессы, сопутствующие эпитаксиальной кристаллизации.

Тема 4. Импульсное лазерное напыление (4,0 часа)

Введение. Импульсное лазерное осаждение (ИЛО). Общие характеристики. Взаимодействие материала с лазерным излучением. Генерация плазмы. Производство макроскопических частиц. Расширение плазмы и переконденсация. Рост пленки. Фемтосекундная абляция. Реактивная импульсная лазерная абляция в скрещенных пучках. Основные особенности. Реактивные процессы рассеяния.

Тема 5. Реактивная молекулярно-лучевая эпитаксия (4,0 часа)

Вакуумные методы испарения соединений: прямое испарение, реактивное, пучковое. Механизмы реактивной молекулярно-лучевой эпитаксии: где происходит реакция, конденсация металла и газовых молекул, реакции и процессы роста при формировании оксидов, карбидов и нитридов. Процесс активированного реактивного осаждения. Реактивная МЛЭ нитридов и карбидов. МЛЭ с газовыми источниками: газовые источники для элементов V группы.Metalлоорганические газовые источники

Тема 6. Эпитаксия на инородных подложках (гетероэпитаксия) (4,0 часа)

Введение, силициды, гетероструктура фториды/кремний, система германий/кремний, кремний на изоляторе, боковая эпитаксия.

Тема 7. Методы исследования эпитаксиальных слоев (4 часа)

Кристаллическое качество и дефекты, метод сопротивления растекания, вольт-емкостной метод, методы определения подвижности основных носителей, времени жизни неосновных носителей, параметров ловушек.

Тема 8. Приборные приложения вакуумных методов эпитаксии (4 часа)

Сравнительный анализ P-N-перехода и барьера Шоттки, униполярные двухполюсные приборы, униполярные транзисторные структуры.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия

Практическое занятие №1: Составить технологический маршрут выращивания тонких пленок кремния на изоляторе. /9 часов

Практическое занятие №2: Составить технологический маршрут выращивания сильнолегированных пленок кремния на кремниевых подложках. /9 часов

Практическое занятие №3: Составить и обосновать технологический маршрут выращивания многослойных кремниевых структур для изготовления «горбатых» диодов. /9 часов

Практическое занятие №4: Составить и обосновать технологический маршрут выращивания тонких пленок металлов на кремнии. /9 часов

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Специальные методы технологии

выращивания тонких пленок» предусмотрено учебным планом и отражено в Приложении 1.

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. Ознакомление с научной литературой по методам выращивания тонких пленок	ОПК-5, ПК-14	знает	Контрольные вопросы (ПР-2)	экзамен, вопросы 1-3
			умеет	Контрольные вопросы (ПР-2)	экзамен, задание, тип 1
			владеет	Контрольные вопросы (ПР-2)	экзамен, задание, тип 1
2	Тема 2. Осаждение пленок из молекулярных пучков	ПК-13, ПК-14	знает	Контрольные вопросы (ПР-2)	экзамен, вопросы 4-6
			умеет	Контрольные вопросы (ПР-2)	экзамен, задание, тип 2
			владеет	Контрольные вопросы (ПР-2)	экзамен, задание, тип 2
3	Тема 3. лазерное осаждению тонких пленок	ПК-13	знает	Контрольные вопросы (ПР-2)	экзамен, вопросы 7-9
			умеет	Контрольные вопросы (ПР-2)	экзамен, задание, тип 3
			владеет	Контрольные вопросы (ПР-2)	экзамен, задание, тип 3
4	Тема 4. Ознакомление с дополнительными материалами по методам характеристики электрофизических свойств тонких пленок	ПК-13, ПК-14, ПК-24	знает	Контрольные вопросы (ПР-2)	экзамен, вопросы 10-12
			умеет	Контрольные вопросы (ПР-2)	экзамен, задание, тип 4
			владеет	Контрольные вопросы (ПР-2)	экзамен, задание, тип 4
5	Тема 5. Подготовка отчета по лабораторной работе	ПК-13, ПК-14	знает	Защита отчета (УО-3)	экзамен, вопросы 13-15
			умеет	Защита отчета (УО-3)	экзамен, задание, тип 5
			владеет	Защита отчета (УО-3)	экзамен, задание, тип 5

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

(электронные и печатные издания)

1. Громов, Д.Г. Металлизация ультрабольших интегральных схем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.Г. Громов, А.И. Мочалов, А.Д. Сулимин и др. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 277 с.: ил.; 60x90/16. - ISBN 978-5-9963-0915-3. Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:277417&theme=FEFU>
2. Королёв, М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем [Электронный ресурс]: в 2 ч. Ч. 1 / М.А. Королёв, Т.Ю. Крупкина, М.А. Ревелева; М.А. Королёв [и др.]; под общей ред. чл.-корр. РАН проф. Ю. А. Чаплыгина. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 397 с.: ил. - ISBN 978-5-9963-0912-2 (Ч. 1), ISBN 978-5-94774-583-2. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=476068>
3. Королёв, М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем [Электронный ресурс]: в 2 ч. Ч. 2 / М.А. Королёв, Т.Ю. Крупкина, М.Г. Путря и др.; под общей ред. чл.-корр. РАН проф. Ю.А. Чаплыгина. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 422 с.; 60x90/16. ISBN 978-5-9963-0913-9 (Ч. 2), ISBN 978-5-94774-583-2. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=366622>

4. Коркишко, Ю.Н. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов: в 2 т. Т. 1 / под общ. ред. Ю.Н. Коркишко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 392 с.: 60x90/16. - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-0335-9 (Т. 1), 978-5-9963-0341-0. Режим доступа:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:298095&theme=FEFU>

5. Коркишко, Ю.Н. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов : в 2 т. Т. 2 / под общ. ред. Ю. Н. Коркишко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 252 с.: ил. - 60x90/16. - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-0336-6 (Т.2), ISBN 978-5-9963-0341-0. Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=366692>

Дополнительная литература

1. Борисенко, В. Е. Нанoeлектроника: теория и практика [Электронный ресурс]: учебник / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. А. Уткина. - 3-е изд. (эл.).- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 366 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=485670>

2. Дубровский, В. Г. Теория формирования эпитаксиальных наноструктур / В. Г. Дубровский. – М.: Физматлит., 2009. – 350 с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:290022&theme=FEFU>

3. Федоров А.В. Физика и технология гетероструктур, оптика квантовых наноструктур: Учебное пособие. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. - 195 с. Режим доступа:

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-65340&theme=FEFU>

4. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс]/ Головин Ю.И.— Электрон. текстовые данные. — М.: Машиностроение, 2012.— 656 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18532.html>

5. Вознесенский Э.Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Вознесенский Э.Ф., Шарифуллин Ф.С., Абдуллин И.Ш. — Электрон. текстовые данные. —Казань:

Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014.
— 184 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61986.html>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Производитель атомно-силовых микроскопов и их различных модификаций: <http://www.ntmdt.ru/>
2. Справочные данные из базы данных отдела физики поверхности ИАПУ ДВО РАН (3000 статей по различным направлениям) физики поверхности кремния. <http://silicon.dvo.ru/>
3. Популярно о нанотехнологиях: <http://www.nanonewsnet.ru/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется общее программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows XP, Microsoft Office и др.), производится демонстрация роликов о работе исследовательского оборудования с сайта производителей.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В общей трудоемкости дисциплины 144 час. (4 ЗЕТ) аудиторные занятия составляют 36 час.

По дисциплине предусмотрена внеаудиторная самостоятельная работа в объеме 54 часов на весь курс дисциплины.

Расписание аудиторных занятий включает в неделю 4 час. Рекомендуется учащимся планировать внеаудиторную самостоятельную работу в объеме 1 час в учебную неделю.

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

Рекомендованные источники доступны обучаемым в научной библиотеке (НБ) ДВФУ (в перечне приведены соответствующие гиперссылки

этих источников), а также в электронной библиотечной системе (ЭБС) IPRbooks (приведены аналогичные гиперссылки).

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения исследований, связанных с выполнением практических заданий по дисциплине доступно лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (г. Владивосток, ул. Радио 5, ИАПУ ДВО РАН, 316)	Мультимедийный проектор, экран Количество посадочных рабочих мест для студентов - 20
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеувелечителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками

Для дополнительного ознакомления студентов с приборами и методами исследований по теме данной дисциплины может быть проведена экскурсия по действующим лабораториям ДВФУ.



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

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине

«Специальные методы технологии выращивания тонких пленок»

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

программа "Нанотехнологии в электронике"

Форма подготовки очная

Владивосток

2018

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-2 недели семестра	Ознакомление с научной литературой по методам выращивания тонких пленок	8 час.	Контрольные вопросы (ПР-2)
2	3-4 недели семестра	Подготовка отчета по практической работе №1	6 час.	Защита отчета (УО-3)
3	5-6 недели семестра	Ознакомление с научной литературой по осаждению пленок из молекулярных пучков	8 час.	Контрольные вопросы (ПР-2)
4	7-8 недели семестра	Подготовка отчета по практической работе №2	5 час.	Защита отчета (УО-3)
5	9-10 недели семестра	Ознакомление с научной литературой по лазерному осаждению тонких пленок	8 час.	Контрольные вопросы (ПР-2)
6	11-12 недели семестра	Подготовка отчета по практической работе №3	6 час.	Защита отчета (УО-3)
7	13-14 недели семестра	Ознакомление с дополнительными материалами по методам характеристики электрофизических свойств тонких пленок	8 час.	Контрольные вопросы (ПР-2)
8	15-18 недели семестра	Подготовка отчета по практической работе №4	5 час	Защита отчета (УО-3)
Итого			54 час.	

Темы дисциплины

Тема 1. Газофазная эпитаксия

Тема 2. Молекулярно-лучевая эпитаксия

Тема 3. Твердофазная эпитаксия (4.0 часа)

Тема 4. Импульсное лазерное напыление

Тема 5. Реактивная молекулярно-лучевая эпитаксия

Тема 6. Эпитаксия на инородных подложках (гетероэпитаксия)

Тема 7. Методы исследования эпитаксиальных слоев

Тема 8. Приборные приложения вакуумных методов эпитаксии.



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

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине
«Специальные методы технологии выращивания тонких пленок»
Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника
программа "Нанотехнологии в электронике"
Форма подготовки очная

Владивосток
2018

Паспорт ФОС

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ОПК-5, готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	знает (пороговый уровень)	основные методы анализа и систематизации и результатов научных исследований в области физики и технологии полупроводниковых структур,	самостоятельно разбираться в методах анализа и систематизации результатов научных исследований	способность показать базовые знания об: - методах анализа результатов научных исследований; - методах систематизации результатов научных исследований; - основных методах представления результатов научных исследований	60 - 74
	умеет (продвинутый)	обосновано выбирать методы анализа и систематизации и результатов научных исследований в области физики и технологии полупроводниковых структур;	самостоятельно выбирать методы анализа и систематизации результатов научных исследований	способность сопоставлять и критически подходить к выбору: - метода анализа результатов научных исследований; - метода систематизации результатов научных исследований; - способа представления результатов научных исследований	75 - 89
	владеет (высокий)	навыками применения: методов рациональной организации научной работы в выбранной области физики технологии полупроводников; методов представления результатов научной работы	самостоятельно применять методы рациональной организации научной работы в выбранной области и использовать методы представления результатов научной работы	способность показать типовые маршруты выращивания тонких пленок, факторы, влияющие на обеспечение заданных параметров и точность полученных измерений	90 - 100
ПК-13, способностью	знает (пороговый)	методы проектирован	самостоятельно	Способность показать базовые знания о:	60 - 74

проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	высший уровень)	ия технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	разбирается в методах проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	- методах проектирования технологических процессов производства материалов для электронной техники; - методах проектирования технологических процессов производства изделий электронной техники	
	умеет (продвинутый)	выбирать оптимальные методы проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	самостоятельно выбирает оптимальные методы проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	способность анализировать и критически подходить к выбору оптимального метода проектирования технологических процессов производства: - материалов; - изделий электронной техники	75 - 89
	владеет (высокий)	навыками использования автоматизированных систем технологической подготовки производства	самостоятельно использует автоматизированные системы технологической подготовки производства	способность практического использования автоматизированных систем технологической подготовки производства: - материалов электронной техники; - изделий электронной техники.	90 - 100
ПК-14, способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники	знает (пороговый уровень)	методы разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники, ГОСТы и ОСТы на технологическую документацию	самостоятельно разбирается в методах разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники, ГОСТах и ОСТах на технологическую документацию	способность показать базовые знания о методах разработки технологической документации на: - проектируемые устройства; - приборы; - системы электронной техники	60 - 74
	умеет (продвинутый)	выбирать оптимальные методы разработки технологическ	самостоятельно выбирает оптимальные методы разработки	способность анализировать и критически подходить к выбору метода разработки технологической документации на:	75 - 89

		ой документации на проектируемые устройства, приборы, и системы электронной техники	технологической документации на проектируемые устройства, приборы, и системы электронной техники	- проектируемые устройства; - приборы; - системы электронной техники	
	владеет (высокий)	навыками разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы, и системы электронной техники	самостоятельно разрабатывает технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники	способность практической разработки технологической документации на: - проектируемые устройства; - приборы; - системы электронной техники.	90 - 100
ПК-24, способностью проводить обучение сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории	знает (пороговый уровень)	методики проведения обучения сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории	самостоятельно разбирается в методиках проведения обучения сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории	способность показать базовые знания о методах проведения обучения сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории	60 - 74
	умеет (продвинутый)	выбирать оптимальные методики проведения обучения сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории	самостоятельно выбирает оптимальные методики проведения обучения сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории	способность критически анализировать и выбирать оптимальные методики проведения обучения сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории	75 - 89
	владеет (высокий)	навыками проведения обучения сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории	самостоятельно проводит обучение сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории	Способность самостоятельно проводить по оптимальным методикам обучение сотрудников непосредственно на предприятии/в лаборатории	90 - 100

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Специальные методы технологии выращивания тонких пленок» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Специальные методы технологии выращивания тонких пленок» проводится в форме защиты практических работ 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);
- 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 и критериями

Критерии оценки отчетов по лабораторным работам

Оценивание защиты практической работы проводится при представлении отчета в электронном или печатном виде, по двухбалльной шкале: «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он представляет к защите отчет по практической работе, удовлетворяющий требованиям по поставленным заданиям, по оформлению, демонстрирует владение методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не владеет методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы,

допускает существенные ошибки в работе, представляет отчет с существенными отклонениями от правил оформления письменных работ.

Промежуточная аттестация студентов

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Специальные методы технологии выращивания тонких пленок» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Специальные методы технологии выращивания тонких пленок» проводится в виде экзамена, форма экзамена - «устный опрос в форме ответов на вопросы». Допуск к экзамену возможен только после защиты отчетов по всем практическим работам курса.

Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине "Специальные методы технологии выращивания тонких пленок"

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86 -100	«зачтено»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76 - 85	«зачтено»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61 -75	«зачтено»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

0 -60	«не зачтено»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
-------	--------------	---

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Газофазная эпитаксия: Химическая кинетика.
2. Методы исследования эпитаксиальных слоев: Вольт-емкостной метод.
3. Газофазная эпитаксия: Легирование, автолегирование.
4. Методы исследования эпитаксиальных слоев: Метод сопротивления растекания.
5. Молекулярно-лучевая эпитаксия: Описание процесса, система роста, качество вакуума, подготовка подложки.
6. Методы исследования эпитаксиальных слоев: Методы определения подвижности основных носителей.
7. Молекулярно-лучевая эпитаксия: Легирование, кинетика легирования.
8. Методы исследования эпитаксиальных слоев: Методы определения времени жизни неосновных носителей.
9. Молекулярно-лучевая эпитаксия: Легирование вторичной имплантацией, ионное легирование.
10. Методы исследования эпитаксиальных слоев: Методы определения параметров ловушек.
11. Молекулярно-лучевая эпитаксия: Сегрегация примеси, кинетика сегрегации.
12. Приборные приложения вакуумных методов эпитаксии: Сравнительный анализ P-N-перехода и барьера Шоттки.
13. Твердофазная эпитаксия: Структурное различие между аморфным и кристаллическим кремнием, способы приготовления аморфного кремния.
14. Приборные приложения вакуумных методов эпитаксии: Униполярные двухполюсные приборы.
15. Твердофазная эпитаксия: Кинетика кристаллизации, основные закономерности кристаллизации.
16. Приборные приложения вакуумных методов эпитаксии Транзисторные структуры.

17. Твердофазная эпитаксия: Влияние примесей на кинетику кристаллизации, процессы.
18. Методы исследования эпитаксиальных слоев: Кристаллическое качество и дефекты.
19. Твердофазная эпитаксия: Процессы, сопутствующие эпитаксиальной кристаллизации.
20. Методы исследования эпитаксиальных слоев: Вольт-емкостной метод.
21. Эпитаксия на инородных подложках: Система германий/кремний.
22. Методы исследования эпитаксиальных слоев: Методы определения времени жизни неосновных носителей.
23. Эпитаксия на инородных подложках: Кремний на изоляторе, боковая эпитаксия.
24. Методы исследования эпитаксиальных слоев: Методы определения параметров ловушек.

Оценочные средства для текущей аттестации (Тест ПР-1)

Типовые задания к практическим и самостоятельным работам

1. Рассказать об основном физическом эффекте, лежащем в основе определенного метода выращивания тонких пленок и объяснить его практическую реализацию
2. Показать область применимости данного метода выращивания и основные свойства пленок, получаемых этим методом.
3. Определить приемлемые методы выращивания тонких пленок определенного материала с заданными свойствами. Обосновать выбор.
4. Определить необходимые методы контроля процесса роста и анализа физических свойств полученных структур.
5. Составить технологический маршрут изготовления структуры с заданными свойствами.