

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет
Кафедра инженерной физики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра инженерной физики физического факультета

Образовательная программа магистратуры
11.04.04- Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) программы:
Материалы и технологии электроники и наноэлектроники

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
Часть, формируемая участниками образовательных отношений

Махачкала 2022

Рабочая программа дисциплины «Физико-химические основы технологических процессов микро- и нанoeлектроники» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**, от 22 сентября 2017 г. № 959 (с изменениями и дополнениями №1456 от 26.11.2020 г.).

Разработчик: кафедра инженерной физики, к.т., доцент **Шабанов Ш.Ш.**

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры Инженерная физика от «22» 03 2022 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от
« 23 » 03. 2022 г., протокол № 7

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением « 30 » 03 2022 г.  Гасангаджиева А.Г.

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины
4. Объем, структура и содержание дисциплины
5. Образовательные технологии
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины
 - 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
 - 7.2. Типовые контрольные задания
 - 7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физико-химические основы технологических процессов микро- и нанoeлектроники» входит в часть, формируемая участниками образовательных отношений образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 – *Электроника и нанoeлектроника*. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой *Инженерная физика*.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физико-химическими процессами технологии получения микро- и нанoeлектронных структур, легирования, модифицирования и фотолитографии.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных - ПК-1.3; ПК-2.1.;ПК-2.2.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме коллоквиума, контрольной работы и промежуточный контроль в форме зачета.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: индивидуальное собеседование, тестирование, письменные контрольные задания и промежуточный контроль в форме зачёта.

Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе зачет	
		всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
9	72	26	4		18			46	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины ««Физико-химические основы технологических процессов микро- и нанoeлектроники» состоит в формировании современных представлений физико-химических процессов технологии микро- и нанoeлектроники, нарастанию и удалению вещества, перераспределению атомов (ионов) примесей между внешней средой и подложкой, процессов эпитаксии, сварки и пайки, механической обработки, очистки поверхности материалов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Физико-химические основы технологических процессов микро- и нанoeлектроники» в структуре ОПОП ВО входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 – *Электроника и нанoeлектроника*.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК-1.3.	Способен проводить анализ данных экспериментальных работ, выработать рекомендации по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства изделий микро- и нанoeлектроник	Знает: - технологические процессы, лежащие в основе экспериментальных работ; - основное технологическое оборудование и принципы его действия; - типовые тестовые структуры для анализа технологических процессов и тестирования оборудования; - взаимосвязь параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов с выходными параметрами качества изделий микроэлектроники; - основы планирования эксперимента; - методы математической статистики; - требования к оформлению отчета по итогам экспериментальной

	и.	деятельности. Умеет: - планировать экспериментальные работы и контролировать процесс их проведения; - работать на контрольно-измерительном и испытательном оборудовании; - осуществлять контроль и проводить измерения выходных параметров изделий на каждом технологическом этапе; - проводить анализ и определять причины отклонения параметров; - анализировать влияние параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов на выходные параметры качества изделий микро- и нанoeлектроники. - работать со статистическими данными; - оформлять рекомендации по корректировке и оптимизации параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов; - работать с конструкторской и технологической и другими видами нормативной документации; - оформлять отчет по итогам экспериментальной деятельности. Владеет: - навыками планирования и проведения экспериментальных работ; - навыками проведения контрольно-измерительных мероприятий и испытаний макетов и опытных образцов; - навыками анализа данных экспериментальных работ; - навыками анализ влияния параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов на параметры качества опытных образцов; - навыками проведения статистического
--	----	--

		регулирования технологических операций и технологических процессов; - навыками проведения статистического анализа точности и стабильности технологических операций и технологических процессов; - навыками выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов проведения технологических операций и технологических процессов; - навыками оформления отчетов о результатах проведения экспериментальных работ.
ПК-2. Способен разработать, контролировать и корректировать технологические маршруты и технологические процессы изготовления изделий "система в корпусе"	ПК-2.1. Способен согласовать техническое задание на технологический маршрут изготовления изделий "система в корпусе"	Знает: - технико-экономические и прогнозные исследования в области технологии производства изделий "система в корпусе"; - эксплуатационные и ресурсные характеристики основных материалов, используемых для изготовления изделий "система в корпусе"; - эксплуатационные и ресурсные (параметры надежности) характеристики конечного изделия "система в корпусе"; - параметры технологического оборудования, применяемого для производства изделий "система в корпусе", и его технические возможности; - технологии изготовления изделий "система в корпусе"; - требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области производства изделий "система в корпусе"; - основы экономики и организации производства изделий микро- и наноэлектроники; - технический английский язык в области микро- и наноэлектроники;

		- требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья. Умеет: - оставлять техническое задание на разработку технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе"; - согласовывать техническое задание на разработку технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе"; - вносить корректировки в техническое задание на разработку технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе"; - работать с нормативно-технической и технико-экономической документацией по технологии изготовления изделий "система в корпусе"; - внедрять прикладное программное обеспечение для разработки технической и технологической документации по технологии изготовления изделий "система в корпусе". Владеет: - навыками анализа нормативно-технической и технико-экономической документации по технологии изготовления изделий "система в корпусе"; - навыками определения технического уровня проектируемого технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе"; - навыками корректировки технического задания на разработку технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе"; - навыками согласования и
--	--	---

		утверждение технического задания на разработку технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе".
	ПК-2.2. Способен корректировать технологический маршрут на изготовление изделий "система в корпусе" в соответствии с требованиями технического задания и техническими условиями на изделие	Знает: - взаимосвязь параметров разработанной модели изделий "система в корпусе" с качеством выполнения технологических операций; - документы, регламентирующие проведение типовых испытаний изделий "система в корпусе"; - порядок внесения изменений в действующую документацию по изготовлению и эксплуатации изделий "система в корпусе"; - технический английский язык в области микро- и нанoeлектроники; - требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья; Умеет: - определять связь между выявленными в процессе эксплуатации недостатками и особенностями конструкции изделий "система в корпусе"; - определять связь между выявленными в процессе эксплуатации недостатками и качеством определенных технологических операций изготовления изделий "система в корпусе"; - обоснованно представлять заказчику необходимость проведения изменений в процесс изготовления изделий "система в корпусе" и его эксплуатацию; - принимать решения о необходимости проведения корректировки технической документации на изготовление изделий "система в корпусе"; - вносить корректировки в техническую документацию на изготовление изделий "система в корпусе" Владеет:

		- навыками анализа недостатков, выявленных в процессе производства и эксплуатации изделий "система в корпусе"; - навыками внесения предложений по корректировке технической документации на изготовление изделий "система в корпусе" для устранения причин выявленных недостатков; - навыками корректировки технической документации на изготовление изделий "система в корпусе";
--	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторн ые занятия	Контроль самост. раб.		
	Модуль 1. Физико-химические основы процессов нанесения вещества на поверхность твердой фазы подложки								
1	Теоретические и физико-химические основы нанесения вещества на поверхность твёрдой фазы	9		2	4			12	Текущий контроль: 2 коллоквиума и модульные контрольные; Итоговая аттестация: зачет
2	Физико-химические основы тонкоплёночной технологии. Процессы пайки и сварки в технологии микро- и нанoeлектроники			2	4			12	
	Итого по модулю 1:			4	8			24	
	Модуль 2. Физико-химические основы процессов удаления вещества с поверхности твердой фазы-подложки								
3	Процессы механического удаления вещества. Физико-химические			2	4			11	

	основы процессов химического удаления вещества с поверхности твёрдой фазы.							
4	Физико-химические основы процессов вакуум-термического удаления вещества.			2	6			11
	Итого по модулю 2:			4	10			22
	ИТОГО: 72			8	18			46

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Физико-химические основы процессов нанесения вещества на поверхность твердой фазы подложки

Тема 1. Существующие представления о механизмах зародышеобразования и роста новой фазы. Феноменологические гипотезы ориентированного нарастания. Протекания процессов эпитаксии с использованием критериев физико-химического взаимодействия веществ. Автоэпитаксия кремния. Эпитаксия полупроводниковых соединений группы A^3B^5 . Процессы гетеро- и хемоэпитаксии из газовой фазы. Жидкофазная эпитаксия. Методы получения эпитаксиальных слоев из твёрдой фазы.

Тема 2. Получение тонких пленок методами физической конденсации из газообразной фазы. Получение оксидных плёнок кремния. Химические и электрохимические методы нанесения металлических и диэлектрических плёнок из растворов. Процессы пайки и сварки в технологии микро- и нанoeлектроники. Классификация методов сварки и пайки. Характер физико-химического взаимодействия в процессе пайки.

Модуль 2. Физико-химические основы процессов удаления вещества с поверхности твердой фазы-подложки

Тема 3. Механизм разрушения монокристаллов при абразивной обработке поверхности полупроводников. Механизм возникновения трещин. Влияние сред на процессы разрушения. Технологические особенности процессов резания полупроводниковых материалов. Технологические особенности и механизм разрушения полупроводниковых материалов в процессах шлифования и полирования. Химико-механическое полирование. Кристаллографическая абразивная обработка монокристаллов кремния. Разделение полупроводниковых пластин на заготовки.

Тема 4. Пути попадания примесей на подложку и физико-химические основы процессов очистки поверхности. Удаление загрязнений с поверхности подложки. Процессы химического удаления кремния и германия с поверхности твёрдой фазы (травление). Локальное и локально-анизотропное травление полупроводников. Полирующее травление кремния в паро-газовых смесях. Физико-химические основы процессов вакуум-термического удаления вещества с поверхности твердой фазы.

4.3.1. Содержание лекционных занятий

модуль	Содержание темы
1.	<u>Лекция 1.</u> Процессы эпитаксии с использованием критериев физико-химического взаимодействия веществ. Автоэпитаксия кремния. Эпитаксия полупроводниковых соединений группы A^3B^5. Процессы гетеро- и хемоэпитаксии из газовой фазы. Жидкофазная эпитаксия. <u>Лекция 2.</u> Химические и электрохимические методы нанесения металлических и диэлектрических плёнок из растворов. Процессы пайки и сварки в технологии микро- и нанoeлектроники. Классификация методов сварки и пайки.
2.	<u>Лекция 3.</u> Механизм разрушения монокристаллов при абразивной обработке поверхности полупроводников. Технологические особенности процессов резания полупроводниковых материалов. Технологические особенности и механизм разрушения полупроводниковых материалов в процессах шлифования и полирования. Кристаллографическая абразивная обработка монокристаллов кремния. <u>Лекция 4.</u> Пути попадания примесей на подложку и физико-химические основы процессов очистки поверхности. Процессы химического удаления кремния и германия с поверхности твёрдой фазы (травление). Полирующее травление кремния в паро-газовых смесях. Физико-химические основы процессов вакуум-термического удаления вещества с поверхности твердой фазы.

4.3.2. Темы семинарских и практических занятий

1. Существующие представления о механизмах зародышеобразования и роста новой фазы.
2. Феноменологические гипотезы ориентированного нарастания.
3. Протекания процессов эпитаксии с использованием критериев физико-химического взаимодействия веществ.
4. Автоэпитаксия кремния.
5. Эпитаксия полупроводниковых соединений группы A^3B^5 .
6. Процессы гетеро- и хемоэпитаксии из газовой фазы. Жидкофазная эпитаксия. Методы получения эпитаксиальных слоев из твёрдой фазы.
7. Получение тонких пленок методами физической конденсации из газообразной фазы.
8. Получение оксидных плёнок кремния.
9. Химические и электрохимические методы нанесения металлических и диэлектрических плёнок из растворов.
10. Процессы пайки и сварки в технологии микро- и нанoeлектроники.
11. Классификация методов сварки и пайки.
12. Характер физико-химического взаимодействия в процессе пайки.

13. Механизм разрушения монокристаллов при абразивной обработке поверхности полупроводников.
14. Механизм возникновения трещин. Влияние сред на процессы разрушения.
15. Технологические особенности процессов резания полупроводниковых материалов.
16. Технологические особенности и механизм разрушения полупроводниковых материалов в процессах шлифования и полирования.
17. Химико-механическое полирование.
18. Кристаллографическая абразивная обработка монокристаллов кремния.
19. Разделение полупроводниковых пластин на заготовки.
20. Пути попадания примесей на подложку и физико-химические основы процессов очистки поверхности.
21. Удаление загрязнений с поверхности подложки. Процессы химического удаления кремния и германия с поверхности твёрдой фазы (травление).
22. Локальное и локально-анизотропное травление полупроводников. Полирующее травление кремния в паро-газовых смесях.
23. Физико-химические основы процессов вакуум-термического удаления вещества с поверхности твердой фазы.

4.3.3. Темы самостоятельной работы

1. Протекания процессов эпитаксии с использованием критериев физико-химического взаимодействия веществ. Автоэпитаксия кремния.
2. Примеры процессов гетеро- и хемоэпитаксии из газовой фазы.
3. Жидкофазная эпитаксия.
4. Методы получения эпитаксиальных слоев из твёрдой фазы.
5. Тонкоплёночная технология.
6. Процессы механического удаления вещества.
7. Вакуум-термическое испарение.
8. Ионно-плазменное травление.
9. Плазмохимическое травление.
10. Процессы легирования, протекающие за счёт гетеродиффузии примесей.
11. Механизм диффузии легирующих элементов в кремнии.
12. Модифицирование структуры с изменением свойств твёрдой фазы.
13. Физико-химические основы процессов фотолитографии в технологии микро- и нанoeлектроники.

5. Образовательные технологии

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

- Информационные технологии.
- Проблемное обучение.
- Индивидуальное обучение.
- Междисциплинарное обучение.
- Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практическое занятие, лабораторные занятия, семинарские занятия, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Преподаватель самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Интерактивное обучение – метод, в котором реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Физика конденсированного состояния» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность студентов.

По лекционному материалу подготовлено учебное пособие, конспекты лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **Power Point**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к семинарским занятиям;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание рефератов по проблемам дисциплины «Физико-химические основы технологических процессов микро- и нанoeлектроники».

8. Перечень основной, дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения	Библиографическое описание (авторы/составители, заглавие, вид издания, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в наличии в библиотеке/ в каталоге ЭБС
---	---	---

дисциплины №		
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА		
1.	Нажипкызы М. Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Нажипкызы, Р.Е. Бейсенов, З.А. Мансуров. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 196 с. — 978-5-4486-0164-4. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/73346.html	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
2.	Салахов А.М. Керамика для технологов [Электронный ресурс] / А.М. Салахов, Р.А. Салахова. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. — 234 с. — 978-5-7882-0913-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/61861.html	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
3.	Композиционные материалы на основе силикатов и алюмосиликатов [Электронный ресурс] / С.М. Азаров [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2014. — 176 с. — 978-985-08-1732-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/29462.html	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА		
1.	Салахов А.М. Керамика. Исследование сырья, структура, свойства [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Салахов, Р.А. Салахова. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 316 с. — 978-5-7882-1480-1. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62179.html	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)
2.	Композиционные материалы на основе силикатов и алюмосиликатов [Электронный ресурс] / С.М. Азаров	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)

	[и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2014. — 176 с. — 978-985-08-1732-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/29462.html	<i>адреса)</i>
3.	Ремпель А.А. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Ремпель, А.А. Валеева. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 136 с. — 978-5-7996-1401-0. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68346.html	В каталоге ЭБС (<i>с указанием электронного адреса)</i>
4.	Волочко А.Т. Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы [Электронный ресурс] / А.Т. Волочко, К.Б. Подболотов, Е.М. Дятлова. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2013. — 386 с. — 978-985-08-1640-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/29487.html	В каталоге ЭБС (<i>с указанием электронного адреса)</i>
5.	Солнцев Ю.П. Специальные материалы в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин, В.Ю. Пирайнен. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 639 с. — 978-5-93808-297-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/67355.html	В каталоге ЭБС (<i>с указанием электронного адреса)</i>
6.	Композиционные покрытия с микро- и нанокерамическими фазами [Электронный ресурс] : методические указания / . — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. — 40 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63703.html	В каталоге ЭБС (<i>с указанием электронного адреса)</i>
7.	Физико-химические основы	В каталоге ЭБС (<i>с</i>

	создания активных материалов [Электронный ресурс] : учебник / Ю.В. Кабиров [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011. — 278 с. — 978-5-9275-0847-1. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/47179.html	указанием электронного адреса)
8.	Нанотехнологии и специальные материалы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Ю.П. Солнцев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 336 с. — 978-5-93808-296-0. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/67351.html	В каталоге ЭБС (с указанием электронного адреса)

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредитации (www.fero.ru).
4. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
5. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
6. www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
7. www.iqlib.ru - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия
8. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
9. www.affp.mics.msu.su

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
<i>Лекция</i>	<i>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.</i>
<i>Практические занятия</i>	<i>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.</i>
<i>Реферат</i>	<i>Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения</i>

	<i>авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.</i>
<i>Подготовка к зачету</i>	<i>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.</i>

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Материально – техническая база кафедры экспериментальной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.03.04 «**Электроника и наноэлектроника**», позволяет готовить бакалавров, отвечающих требованиям ФГОС. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника». Функционируют специализированные учебные и научные лаборатории: Физика и технология керамических материалов для твердотельной электроники, Физика и технология тонкопленочных структур, Электрически активные диэлектрики в электронике, Физическая химия полупроводников и диэлектриков.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.