

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электронные приборы и устройства»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Б1.В.ОД.6 – Нано- и микроэлектроника»

направление подготовки

11.06.01 – Электроника, радиотехника и системы связи

(Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нано-электроника, приборы на квантовых эффектах)

форма обучения – очная

курс – 2

семестр – 4

зачетных единиц – 3

всего часов – 108

в том числе:

лекции – 18

практические занятия – 18

всего аудиторн - 36

самостоятельная работа – 72

экзамен – семестр4

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: ознакомление с последними достижениями в области нано- и микроэлектроники.

Задачи изучения дисциплины:

- углубление и систематизация знаний в области нано- и микроэлектроники;
- совершенствование методов источниковедческого анализа и изучения научно-исследовательской литературы в области нано- и микроэлектроники;
- ознакомление с современными методологическими подходами и дискуссионными проблемами современного этапа исследований в области нано- и микроэлектроники;
- выработка умения осуществлять научно-исследовательскую деятельность в сфере разработки и исследований приборов в области нано- и микроэлектроники;
- практическая подготовка аспиранта к использованию полученных знаний в сфере разработки и исследований приборов в области нано- и микроэлектроники;
- формирование личности, интегрированной в мировую науку, в современное общество и нацеленной на совершенствование этого общества;
- воспитание толерантного молодого исследователя / преподавателя-исследователя, способного вести конструктивный, профессиональный диалог в контексте межкультурного, межконфессионального и международного научного взаимодействия.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО аспирантуры

Дисциплина «Нано- и микроэлектроника» относится к обязательным дисциплинам в вариативной части профессионального цикла дисциплин ОПОП ВО аспирантуры. Пререквизитом данной дисциплины является «Физика твердого тела». Предварительно должны быть изучены такие дисциплины как «Методология современного научного исследования», «Методика научного исследования».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
- владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1).

Аспирант должен знать:

- теоретические и практические основы физики,
- этапы развития электроники,
- микроэлектроники и наноэлектроники,
- научные и технологические основы микроэлектроники и наноэлектроники,
- элементы и приборы микроэлектроники и наноэлектроники, принципы их построения,
- основы проектирования элементов микроэлектроники и наноэлектроники,
- технические средства нанотехнологий.

Аспирант должен уметь:

- самостоятельно изучать физические основы электроники,
- анализировать результаты практических и самостоятельных исследований,
- оценивать перспективы наноэлектроники.

Аспирант должен владеть навыками:

- по разработке и проведению исследований в области нано- и микроэлектроники.

4. Структура дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо ду-ля	№ Неде ли	№ Те мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лекции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 семестр									
	1-18	1	Электровакуумные приборы О-типа СВЧ и террагерцового диапазона	108/108	18/18			18/18	72/72
Всего				108/108	18/18			18/18	72/72

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	12	1-6	Введение. Этапы развития нанoeлектроники. От микро- к нано-. Свойства индивидуальных наночастиц. Углеродные наноструктуры. Объемные наноструктурированные материалы. Физические принципы нанoeлектроники. Принцип квантования и квантовое ограничение. Туннелирование носителей заряда.	[1-6]
1	2	7	Физические принципы нанoeлектроники. Спиновые эффекты. Технологии создания твердотельных наноструктур. Технические средства нанотехнологий. Применение квантово-размерных структур в приборах нанoeлектроники. Сверхпроводниковая электроника.	[1-6]
1	2	8	Нанoeлектронная элементная база информатики на основе графена. Принципы квантовых вычислений. Квантовые процессоры на основе спинового магнитного резонанса. Высокотемпературные сверхпроводники в нанoeлектронике.	[1-6]
1	2	9	Датчики магнитного поля. Фотоника волноводных наноразмерных структур.	[1-6]

6. Содержание практических занятий

№ темы	Всего час.	№ лекции	Наименование практической работы. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии.
1	2	3	4
1.	6	1-6	От микро- к нано-. Этапы развития нанoeлектроники. Свойства индивидуальных наночастиц. Углеродные наноструктуры. Объемные наноструктурированные материалы. Физические принципы нанoeлектроники. Принцип квантования и квантовое ограничение. Туннелирование носителей заряда (презентационный материал в рамках научного семинара).
2.	6	7, 8	Физические принципы нанoeлектроники. Спиновые эффекты. Технологии создания твердотельных наноструктур. Технические средства

			нанотехнологий. Применение квантово-размерных структур в приборах наноэлектроники. Сверхпроводниковая электроника. Наноэлектронная элементная база информатики на основе графена. Принципы квантовых вычислений. Квантовые процессоры на основе спинового магнитного резонанса. (презентационный материал в рамках научного семинара).
3.	6	9	Высокотемпературные сверхпроводники в наноэлектронике. Датчики магнитного поля. Фотоника волноводных наноразмерных структур. (презентационный материал в рамках научного семинара).

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов при подготовке к зачету взаимосвязана с самостоятельной работой при изучении дисциплины «Нано- и микроэлектроника», осуществляется регулярно по каждой теме дисциплины и определяется календарным графиком изучения дисциплины.

В ходе освоения дисциплины предполагается углубление и систематизация знаний в области нано- и микроэлектроники, совершенствование методов источниковедческого анализа и изучения научно-исследовательской литературы в области нано- и микроэлектроники, ознакомление с современными методологическими подходами и дискуссионными проблемами современного этапа исследований по разработке в области нано- и микроэлектроники, выработка умения осуществлять научно-исследовательскую деятельность в сфереразработки и исследований в области нано- и микроэлектроники.

Все формы самостоятельной работы тесно связаны с научно-исследовательской работой аспирантов, осуществляемой в соответствии с планом НИД.

Вопросы для углубленного самостоятельного изучения

1. Ознакомление с последними достижениями в области нано- и микроэлектроники.
2. Ознакомление с последними достижениями в области создания, разработки и совершенствования существующих приборов и устройств. Применение квантово-размерных структур в приборах наноэлектроники. Лазеры с квантовыми ямами и точками. Нанокomпьютеры

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Шишкин Г.Г. Наноэлектроника. Элементы, приборы, устройства [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шишкин Г.Г., Агеев И.М.— Электрон.текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 409 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6462>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Трубочкина Н.К. Моделирование 3D наносхемотехники [Электронный ресурс]/ Трубочкина Н.К.— Электрон.текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 524 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12234>.— ЭБС «IPRbooks».
3. Раскин А.А. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Раскин А.А., Прокофьева В.К.— Электрон.текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 165 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12273>.— ЭБС «IPRbooks».

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

4. Зебрев Г.И. Физические основы кремниевой наноэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Зебрев Г.И.— Электрон.текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 241 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4585>.— ЭБС «IPRbooks».
5. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике [Электронный ресурс]/ Неволин В.К.— Электрон.текстовые данные.— М.: Техносфера, 2014.— 174 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26894>.— ЭБС «IPRbooks».
6. Щука А.А. Наноэлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Щука А.А.— Электрон.текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.— 342 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12237>.— ЭБС «IPRbooks».

9. Материально-техническое обеспечение

Учебные аудитории для чтения лекций, проведения лабораторных работ и коллоквиумов: аудитории, оборудованные компьютерами с соответствующим программным обеспечением. Программные и технические средства, используемые при чтении лекций: персональный компьютер, проектор, Microsoft PowerPoint 2007.

Помещения для самостоятельной работы студентов: аудитории, оборудованные компьютерами с выходом в Интернет.

Информационное и учебно-методическое обеспечение: ЭБС «IPRbooks», электронная библиотека СГТУ им. Гагарина Ю.А., электронная информационно-образовательная среда СГТУ им. Гагарина Ю.А..

Списоклицензионногопрограммнообеспечения:MicrosoftWindows 7

10. Особенности организации процесса зачета для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом(размер 16-20);
- для глухих и слабослышащих:обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Авторы программы

Фонд оценочных средств**Вопросы для экзамена**

1. Этапы развития наноэлектроники.
2. Свойства индивидуальных наночастиц
3. Металлические нанокластеры
4. Магнитные кластеры
5. Углеродные наноструктуры
6. Углеродные нанотрубки
7. Объемные наноструктурированные материалы
8. Разупорядоченные твердотельные структуры.
9. Принцип квантования и квантовое ограничение.
10. Квантовый эффект Холла
11. Туннелирование носителей заряда.
12. Гигантское магнитосопротивление
13. Устройства, использующие спин-эффекты.
14. Технологии создания твердотельных наноструктур
15. Традиционные методы осаждения пленок
16. Методы, использующие сканирующие зонды
17. Нанолитография. Сравнение нанолитографических методов
18. Технические средства нанотехнологий
19. Эпитаксиальные методы получения наноструктур.
20. Формирование квантовых точек и проволок.
21. Контакты к отдельным молекулам.
22. Применение квантово-размерных структур в приборах наноэлектроники
23. Лазеры с квантовыми ямами и точками
24. Нанокomпьютеры
25. Сверхпроводниковая электроника
26. Наноэлектронная элементная база информатики на основе графена
27. Принципы квантовых вычислений
28. Квантовые процессоры на основе спинового магнитного резонанса
29. Высокотемпературные сверхпроводники в наноэлектронике
30. Датчик абсолютного давления
31. Бесконтактные датчики
32. Фотоника волноводных наноразмерных структур
33. Нанопотоника
34. Оптические волокна с фотонно-кристаллической структурой
35. Типы фотонно-кристаллических волокон.
36. Технология изготовления оптических волокон с фотонно-кристаллической структурой

Критерии оценки:

отлично	На высоком уровне владеет навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; современными методами исследования и информационно-коммуникационными технологиями, используемыми в соответствующей профессиональной области; устойчивыми навыками восприятия и осмысления динамики исторического развития в широком общественно-политическом, интеллектуальном, социокультурном и культурно-антропологическом контексте, методами решения профессиональных задач в образовательных организациях высшего образования; в экспертно-аналитических центрах, общественных и государственных организациях информационно-аналитического профиля; умеет всесторонне анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений; в полном объеме умеет осуществлять отбор и использовать
----------------	---

	<p>оптимальные методы исследования в соответствующей профессиональной области; на высоком уровне умеет квалифицированно использовать знания универсальных законов развития общества, навыки анализа феноменов его функционирования и саморазвития применительно к области нано- и микроэлектроники в научно-исследовательской и преподавательской деятельности; на высоком уровне знает основные методы научно-исследовательской деятельности в избранной профессиональной области; отлично знает основы научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области; в полном объеме знает комплекс конкретно-теоретических, компаративистских, междисциплинарных и теоретических аспектов в области нано- и микроэлектроники, специфику и основные проблемы зарубежных достижений в сфере разработки и исследований в области нано- и микроэлектроники.</p>
хорошо	<p>На хорошем уровне владеет навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; современными методами исследования и информационно-коммуникационными технологиями, используемыми в соответствующей профессиональной области; устойчивыми навыками восприятия и осмысления динамики исторического развития в широком общественно-политическом, интеллектуальном, социокультурном и культурно-антропологическом контексте, методами решения профессиональных задач в образовательных организациях высшего образования; в экспертно-аналитических центрах, общественных и государственных организациях информационно-аналитического профиля; умеет всесторонне анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений; в полном объеме умеет осуществлять отбор и использовать оптимальные методы исследования в соответствующей профессиональной области; на высоком уровне умеет квалифицированно использовать знания универсальных законов развития общества, навыки анализа феноменов его функционирования и саморазвития применительно к области нано- и микроэлектроники в научно-исследовательской и преподавательской деятельности; на высоком уровне знает основные методы научно-исследовательской деятельности в избранной профессиональной области; отлично знает основы научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области; в полном объеме знает комплекс конкретно-теоретических, компаративистских, междисциплинарных и теоретических аспектов в области нано- и микроэлектроники, специфику и основные проблемы зарубежных достижений в сфере разработки и исследований в области нано- и микроэлектроники.</p>
удовлетворительно	<p>Посредственно владеет навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; современными методами исследования и информационно-коммуникационными технологиями, используемыми в соответствующей профессиональной области; устойчивыми навыками восприятия и осмысления динамики исторического развития в широком общественно-политическом, интеллектуальном, социокультурном и культурно-антропологическом контексте, методами решения профессиональных задач в образовательных организациях высшего образования; в экспертно-аналитических центрах, общественных и государственных организациях информационно-аналитического профиля; умеет всесторонне анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи,</p>

	<p>поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений; в полном объеме умеет осуществлять отбор и использовать оптимальные методы исследования в соответствующей профессиональной области; на высоком уровне умеет квалифицированно использовать знания универсальных законов развития общества, навыки анализа феноменов его функционирования и саморазвития применительно к области нано- и микроэлектроники в научно-исследовательской и преподавательской деятельности; на высоком уровне знает основные методы научно-исследовательской деятельности в избранной профессиональной области; отлично знает основы научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области; в полном объеме знает комплекс конкретно-теоретических, компаративистских, междисциплинарных и теоретических аспектов в области нано- и микроэлектроники, специфику и основные проблемы зарубежных достижений в сфере разработки и исследований в области нано- и микроэлектроники.</p>
неудовлетворительно	<p>Слабо владеет навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; современными методами исследования и информационно-коммуникационными технологиями, используемыми в соответствующей профессиональной области; устойчивыми навыками восприятия и осмысления динамики исторического развития в широком общественно-политическом, интеллектуальном, социокультурном и культурно-антропологическом контексте, методами решения профессиональных задач в образовательных организациях высшего образования; в экспертно-аналитических центрах, общественных и государственных организациях информационно-аналитического профиля; умеет всесторонне анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений; в полном объеме умеет осуществлять отбор и использовать оптимальные методы исследования в соответствующей профессиональной области; на высоком уровне умеет квалифицированно использовать знания универсальных законов развития общества, навыки анализа феноменов его функционирования и саморазвития применительно к области нано- и микроэлектроники в научно-исследовательской и преподавательской деятельности; на высоком уровне знает основные методы научно-исследовательской деятельности в избранной профессиональной области; отлично знает основы научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области; в полном объеме знает комплекс конкретно-теоретических, компаративистских, междисциплинарных и теоретических аспектов в области нано- и микроэлектроники, специфику и основные проблемы зарубежных достижений в сфере разработки и исследований в области нано- и микроэлектроники.</p>