

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической  
работе, д-р филол. наук, профессор

Е.Г. Елина

« 4 » июня 2016 г.



## **Рабочая программа дисциплины**

### **Молекулярная электроника**

Направление подготовки кадров высшей квалификации

**11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи**

Направленность

**Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах**

Квалификация (степень) выпускника

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

Очная

Саратов  
2016

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Молекулярная электроника» является формирование у аспиранта комплекса профессиональных знаний умений и владений и усвоение материала о закономерности переноса энергии в органических и нанокompозитных структурах и их применение для передачи, обработки и хранения информации.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование и углубление знаний об физической природе электропроводности органических веществ и тех ее важнейших аспектах, которые непосредственно касаются возможности практической реализации органических электронных приборов и устройств;
- формирование умений теоретически исследовать физические процессы в органических и нанокompозитных структурах;
- формирование владений методами и навыками экспериментального исследования и теоретического расчета параметров и характеристик организованных ансамблей органических молекул и нанокompозитов;
- формирование знаний практического использования организованных ансамблей органических молекул и нанокompозитов в электронной аппаратуре различного функционального назначения.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина «Молекулярная электроника» является дисциплиной по выбору, входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП по направлению подготовки "Электроника, радиотехника и системы связи", направленность - "Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах"

Дисциплина «Молекулярная электроника» изучается в 5 семестре.

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе изучения таких дисциплин, как: «Физика квантово-размерных структур», «Современные проблемы твердотельной электроники». Взаимосвязь курса с другими дисциплинами ООП способствует углубленной подготовке аспирантов к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций.

## 3. Результаты обучения, определенные в картах компетенций и формируемые по итогам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Молекулярная электроника» направлен на формирование компетенции УК-1.

УК-1. способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

В результате освоения дисциплины аспирант должен

- знать особенности строения органических материалов, применимости зонной теории к органическим ансамблям, механизмы токопереноса в органических материалах и нанокompозитах;



- уметь теоретически анализировать, рассчитывать и экспериментально исследовать параметры и характеристики организованных ансамблей органических молекул и наноконструкций;
- владеть методиками, методами и основными подходами к их теоретическому описанию и анализу, а также экспериментальному исследованию.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по темам) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
			лекции	практические	СР	
	<b>Раздел</b>					
1	Молекулярные материалы в электронике	5	7	7	25	опрос по индивидуальным заданиям
2	Теория электропроводности для органических материалов.	5	6	6	25	опрос по индивидуальным заданиям
3	Молекулярные материалы для оптоэлектроники	5	8	8	26	опрос по индивидуальным заданиям
4	Методы формирования молекулярных материалов.	5	6	6	20	опрос по индивидуальным заданиям
5	Основы биоэлектроники. Биологические материалы. Нейроны. Биосенсоры.	5	5	5	20	опрос по индивидуальным заданиям
Итого: 180 часов			32	32	116	

#### Содержание дисциплины

1. Молекулярные материалы в электронике. Химическая связь в органических веществах. Эффект сопряжения. Связь длины цепи сопряжения и ширины запрещенной зоны.
2. Теория электропроводности для органических материалов. Механизмы проводимости. Учет инжекции носителей заряда, поляризации. Особенности электропроводности полиэлектролитов. Зависимость электропроводности полиэлектролитов от температуры и влажности.
3. Молекулярные материалы для оптоэлектроники. Электроактивные органические молекулы и ансамбли. Жидкие кристаллы и приборы на их основе.
4. Методы формирования молекулярных материалов. Методы напыления и осаждения. Методы молекулярного наслаивания. Полиионная сборка. Метод Легмюра-Блуджетт. Метод центрифугирования. Принтинг.
5. Основы биоэлектроники. Биологические материалы. Нейроны. Биосенсоры. ДНК

электроника.

## 5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При реализации учебной работы по освоению дисциплины «Молекулярная электроника» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: метод проектов, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.

### 6.1. Виды самостоятельной работы

Раздел/Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Литература
Молекулярные материалы в электронике	проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы	Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия: Учеб. для ун-тов и химико-технолог. вузов. - М.: Высш. шк., 2004. - 445 с. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии: Учебник для вузов. - 3-е изд., исправл. - СПб: Химия, 1995. - 400 с. Барыбин А.А., Сидоров В.Г., Физико-технологические основы электроники. - СПб.: Издательство «Лань», 2001. - 272 с.
	подготовка к опросу	



<p>Теория электропроводности для органических материалов</p>	<p>проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы</p> <hr/> <p>подготовка к опросу</p>	<p>Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия: Учеб. для ун-тов и химико-технолог. вузов. - М.: Высш. шк., 2004. - 445 с. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии: Учебник для вузов. - 3-е изд., исправл. - СПб: Химия, 1995. - 400 с. Барыбин А.А., Сидоров В.Г., Физико-технологические основы электроники. - СПб.: Издательство «Лань», 2001. - 272 с.</p>
<p>Молекулярные материалы для оптоэлектроники</p>	<p>проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы</p> <hr/> <p>подготовка к опросу</p>	<p>Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия: Учеб. для ун-тов и химико-технолог. вузов. - М.: Высш. шк., 2004. - 445 с. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии: Учебник для вузов. - 3-е изд., исправл. - СПб: Химия, 1995. - 400 с. Барыбин А.А., Сидоров В.Г., Физико-технологические основы электроники. - СПб.: Издательство «Лань», 2001. - 272 с.</p>
<p>Методы формирования молекулярных материалов. Основы биоэлектроники. Биологические материалы. Нейроны. Биосенсоры.</p>	<p>проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы</p> <hr/> <p>подготовка к опросу</p>	<p>Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия: Учеб. для ун-тов и химико-технолог. вузов. - М.: Высш. шк., 2004. - 445 с. Фридрихсберг Д.А. Курс колло-</p>

		идной химии: Учебник для вузов. – 3-е изд., исправл. – СПб: Химия, 1995. – 400 с. Барыбин А.А., Сидоров В.Г., Физико-технологические основы электроники. – СПб.: Издательство «Лань», 2001. – 272 с.
Итого часов на самостоятельную работу: 116		

## 6.2. Вопросы для углубленного самостоятельного изучения

1. Зонная теория для органических материалов
2. Полимеры и их применение в молекулярной электронике.
3. Наноразмерные углеродные материалы.
4. Фотохромные материалы.
5. Жидкокристаллические полимеры. Пассивный и активный дисплей. Жидкокристаллические линзы.
6. ДНК, РНК, репликация, копирование, трансляция.
7. Биологическая мембрана. Электронный транспорт.
8. Основы биосенсорики, биооптические сенсоры.

## 6.3. Порядок выполнения самостоятельной работы

Самостоятельная подготовка к занятиям осуществляется регулярно по каждой теме дисциплины и определяется календарным графиком изучения дисциплины. Самостоятельная работа заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям, в выполнении заданий лектора.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;
- при подготовке к семинарским занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, ведущего семинары, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

## 7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины



### 7.1. Формы текущего контроля работы аспирантов

Для проведения контроля знаний по результатам самостоятельной работы целесообразно проводить оценивание в виде индивидуальных заданий. Задания формируются на основе тематического перечня

### 7.2. Порядок осуществления текущего контроля

Текущий контроль выполнения заданий осуществляется регулярно, начиная со 2-й недели семестра. Контроль и оценивание выполнения индивидуальных заданий осуществляется на 1-21 неделе семестра. Система текущего контроля успеваемости служит в дальнейшем наиболее качественному и объективному оцениванию в ходе промежуточной аттестации.

### 7.3. Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

### 7.4. Фонд оценочных средств

Содержание фонда оценочных средств см. Приложение №1.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 454 с. ( в НБ СГУ 70 экз) ✓
2. Физические и химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс]/ Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 456 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12980>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю ✓
3. Научные основы нанотехнологий и новые приборы: учеб.-моногр. / под ред. Р. Келсалла, А. Хамли, М. Геогегана ; пер. с англ. А. Д. Калашникова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. – 527 с. ( в НБ СГУ 5 экз) ✓
4. Функциональные наноматериалы [Электронный ресурс] / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 456 с. – Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-5-9221-1120-1>. - ЭБС "АЙБУКС" ✓

### б) дополнительная литература:

1. Молекулярная электроника и плёнки Ленгмюра-Блоджетт: учеб. пособие для студентов хим. и физ. фак. / Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского ; под ред. С. Н. Штыкова, Б. Н. Климова. - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2004. – 114 с. ( в НБ СГУ 5 экз) ✓
2. Нанотехнологии и молекулярные компьютеры / Н. Г. Рамбиди. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 255 с. ✓
3. Физико-химия наноструктурированных материалов: рук. к лаб. практикуму : учеб. пособие для студентов фак. нано- и биомед. технологий / Б. Н. Климов [и др.] ; под общ. ред. Б. Н. Климова, С. Н. Штыкова. - Саратов : [б. и.], 2008 (Отпеч. в ООО "Новый ветер"). - 98 с. ( в НБ СГУ 1 экз) ✓
4. Физико-химия наноструктурированных материалов: учеб. пособие для студентов фак. нано- и биомед. технологий / Б. Н. Климов [и др.] ; под ред. Б. Н. Климова, С. ✓

Н. Штыкова ; ГОУ ВПО Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов : Новый ветер, 2009. – 216 с. ( в НБ СГУ 3 экз) ✓

5. Нанотехнология. Простое объяснение очередной гениальной идеи = Nanotechnology. A Gentle Introduction to the Next Big Idea / М. Ратнер, Д. Ратнер ; пер. с англ. и ред. А. В. Назаренко. - М. ; СПб. ; Киев : Вильямс, 2007. – 234 с. ( в НБ СГУ 1 экз) ✓

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/>
2. Зональная научная библиотека им. В.А.Артисевич Саратовского государственного университета им.Н.Г.Чернышевского. – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>
3. Microsoft .Net Framework ,
4. Microsoft Compression Client Pack 1.0 for Windows XP ,
5. Microsoft Office профессиональный 2010 (Word, Excel, Access, PowerPoint, Outlook, InfoPath, Publisher..),
6. Microsoft Visual Studio 2005 standard edition ,
7. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstation ,
8. 7-zip ,
9. Adobe flash player 11 plugin Adobe flash player 11 activex,
10. Adobe Reader,
- 11.Opera 12,
- 12.AutoCAD Mechanical 2013 – Русский,
- 13.Autodesk Design Review 2013,
- 14.Autodesk Inventor Fusion 2013,
- 15.Autodesk Material Library 2013,
- 16.Autodesk Content Service,
- 17.Autodesk Sync,
- 18.Scilab 5.4,
- 19.Компас 3d LT v12,
- 20.Embarcadero RAD Studio 2010,
- 21.Lazarus 1.0,
- 22.Free Pascal 2.6,
- 23.Python 2.7,
- 24.ATK 13.8.1 (QuantumWise).

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Семинарские (практические) занятия предусмотрены в дисплейном компьютерном классе. Аспирант должен быть обеспечен индивидуальным рабочим местом, общей площадью не менее 6 м<sup>2</sup> оборудованным средствами вычислительной техники с установленным программным обеспечением: операционной системой Windows, VBA MS Office, MatLab и MatCad (или их аналогами), включенным в локальную сеть университета и свободным выходом в Интернет.

## **10. Особенности освоения дисциплины 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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи», направленность «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах».

Авторы программы:

ассистент кафедры физики полупроводников

к. ф.-м. н.  Ревзина Е.М.

профессор кафедры физики полупроводников,

д.ф.-м.н., профессор  Д. А. Горин

Программа одобрена на заседании ученого совета факультета нано- и биомедицинских технологий Саратовского государственного университета (протокол № 11 от 9 июня 2016 г.).

Декан факультета нано- и биомедицинских технологий, профессор

 С.Б. Вениг

« 9 » июня 2016г.

