

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



Рабочая программа дисциплины
Материалы электронной техники и наноэлектроники

Направление подготовки бакалавриата
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Профили подготовки бакалавриата
«Микро- и наноэлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем»
«Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур»
«Приборы микро- и наноэлектроники, методы измерения микро- и наносистем»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Саратов, 2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Материалы электронной техники и наноэлектроники» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений (владений) в области физики диэлектриков и магнитных материалов, приобретение студентами знаний и выработка навыков в исследованиях материалов электронной техники, приобретение студентами знаний в области создания современной элементной базы микро- и наноэлектроники.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование и углубление знаний об основных электрических, магнитных и оптических свойствах твердых тел, особенностях электронных свойств неупорядоченных и аморфных материалов;
- формирование умений обеспечивать технологическую и конструктивную реализацию материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и наноэлектроники;
- овладение сведениями о технологии изготовления материалов и элементов электронной техники, об основных тенденциях развития электронной компонентной базы.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Материалы электронной техники и наноэлектроники» относится к базовой части блока Б1 «Дисциплины (модули)» и изучается студентами дневного отделения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», в течение 7 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по физике, математике, химии, термодинамике, электродинамике сплошных сред, физике полупроводников, теоретическим основам радиоэлектроники, электронным свойствам кристаллов, квантовой теории твердого тела и подготавливает студентов к изучению в том же или в последующих семестрах таких дисциплин как «Микроэлектроника и наноэлектроника», «Квантовая и оптическая электроника», «Технология материалов и структур электроники», «Твердотельная электроника», «Микросхемотехника».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Материалы электронной техники и наноэлектроники» формируются следующие компетенции: ОПК-1, ОПК-2.

ОПК-1. способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:

- знать основные электрические, магнитные и оптические свойства твердых тел, особенности электронных свойств неупорядоченных и аморфных материалов;
- уметь обеспечивать технологическую и конструктивную реализацию материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и наноэлектроники;
- владеть сведениями об основных тенденциях развития электронной компонентной базы.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек	Лаб	Пр	CPC	
1.	Введение	7	1-2	2		2	2	Опрос
2.	Классификация твердых тел.	7	3-4	2		2	4	Опрос
3.	Электрические свойства твердых диэлектриков. Электропроводность.	7	5-6	2		2	6	Опрос
4.	Поляризация диэлектриков в постоянном поле.	7	7-8	2		2	8	Опрос
5.	Поляризация диэлектриков в переменном поле.	7	9-10	2		2	8	Опрос
6.	Активные диэлектрики.	7	11-12	2		2	8	Опрос,
7.	Магнитные свойства твердых тел.	7	13-14	2		2	8	Опрос. Реферат
	Итого	7	14	14		14	44	Экзамен (36 час.)

Содержание дисциплины

1. *Введение.* Исторический ход развития физики диэлектриков и магнитных материалов. Роль отечественных ученых в развитии физики диэлектриков и

магнитных материалов. Предмет и задачи физики диэлектриков и магнитных материалов.

2. *Классификация твердых тел.* Аморфные и кристаллические диэлектрики. Классификация кристаллов по типу химической связи. Закон взаимодействия двух ионов. Энергия ионной решетки. Формула Борна и ее экспериментальная проверка. Реальные кристаллы
3. *Электрические свойства твердых диэлектриков. Электропроводность.* Электропроводность ионных кристаллов. Механизмы электропроводности ионных кристаллов. Температурная зависимость электропроводности. Механизм электропроводности аморфных неограниченных диэлектриков (стекол). Влияние состава стекла, влияние температуры. Электропроводность керамических диэлектриков. Использование нейтрализационного эффекта и влияние состава на электрические свойства стекол для создания высокочастотных радиотехнических диэлектриков. Поверхностная проводимость. Органические диэлектрики. Объемно-зарядовая поляризация, приэлектродная и внутрислоевая поляризация твердых диэлектриков. Внутренний фотоэффект в диэлектриках. Типы центров окраски. Электропроводность диэлектриков в сильных электрических полях. Пробой диэлектриков. Виды пробоя. Модель пробоя по Зинеру. Теория ударной ионизации.
4. *Поляризация диэлектриков в постоянном поле.* Общая теория поляризации. Локальное электрическое поле. Формула Клаузиуса-Моссотти. Поляризация, обусловленная упругим смещением зарядов: электронная, ионная. Ориентационная поляризация. Тепловая ориентационная поляризация. Ориентационная поляризуемость для полярной жидкости. Температурные зависимости диэлектрической проницаемости. Ионно-релаксационная (тепловая ионная) поляризация. Миграционная ионная поляризация. Приближение Борна. Поляризация гетерогенных смесей.
5. *Поляризация диэлектриков в переменном поле.* Переходные процессы при включении и выключении постоянного тока. Время релаксации поляризации. Поляризация при непрерывном изменении поляризующего поля. Поляризация в переменном (синусоидальном) электрическом поле. Диэлектрические потери. Тангенс угла диэлектрических потерь. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Диаграмма Коула-Коула. Температурная зависимость диэлектрических потерь. Эквивалентные схемы замещения. Параллельная и последовательная схемы замещения. Диэлектрическая дисперсия в сложных структурах.
6. *Активные диэлектрики.* Сегнетоэлектричество. Классификация сегнетоэлектриков. Феноменологическая теория сегнетоэлектричества. Фазовые переходы первого и второго рода. Температурные зависимости внутренней деформации, теплоемкости и диэлектрической восприимчивости кристалла вблизи точки фазового перехода. Микроскопическая теория сегнетоэлектричества (динамика кристаллической решетки). Пьезоэлектрики, электреты. Виды жидких кристаллов. Термохромный эффект. Электрооптические эффекты. Полевой “твист” эффект.

7. *Магнитные свойства твердых тел.* Классификация веществ по магнитным свойствам: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики. Ферромагнитное состояние. Влияние температуры на магнитные свойства ферромагнетиков. Естественная магнитная кристаллографическая анизотропия. Кривая намагничивания. Спиновые волны. Электронный парамагнитный резонанс. Особенности ферримагнетиков. Природа магнитного упорядочения. Цилиндрические магнитные домены. Применение ферритов.

Примерная тематика практических занятий (семинаров)

1. Аморфные и кристаллические диэлектрики. Классификация кристаллов по типу химической связи.
2. Закон взаимодействия двух ионов. Энергия ионной решетки. Формула Борна и ее экспериментальная проверка. Реальные кристаллы
3. Электропроводность ионных кристаллов. Механизмы электропроводности ионных кристаллов.
4. Температурная зависимость электропроводности. Механизм электропроводности аморфных неограниченных диэлектриков (стекол).
5. Влияние состава стекла, влияние температуры. Электропроводность керамических диэлектриков.
6. Использование нейтрализационного эффекта и влияние состава на электрические свойства стекол для создания высокочастотных радиотехнических диэлектриков. Поверхностная проводимость.
7. Органические диэлектрики.
8. Объемно-зарядовая поляризация, приэлектродная и внутрислоевая поляризация твердых диэлектриков.
9. Внутренний фотоэффект в диэлектриках. Типы центров окраски.
10. Электропроводность диэлектриков в сильных электрических полях. Пробой диэлектриков. Виды пробоя. Модель пробоя по Зинеру.
11. Теория ударной ионизации.
12. Общая теория поляризации. Локальное электрическое поле. Формула Клаузиуса-Мосотти.
13. Поляризация, обусловленная упругим смещением зарядов : электронная, ионная.
14. Ориентационная поляризация.
15. Тепловая ориентационная поляризация. Ориентационная поляризуемость для полярной жидкости.
16. Температурные зависимости диэлектрической проницаемости.
17. Ионно-релаксационная (тепловая ионная) поляризация. Миграционная ионная поляризация.
18. Приближение Борна. Поляризация гетерогенных смесей.
19. Переходные процессы при включении и выключении постоянного тока. Время релаксации поляризации.
20. Поляризация при непрерывном изменении поляризующего поля.

- 21.Поляризация в переменном (синусоидальном) электрическом поле.
- 22.Диэлектрические потери. Тангенс угла диэлектрических потерь.
- 23.Комплексная диэлектрическая проницаемость.
- 24.Диаграмма Коула-Коула.
- 25.Температурная зависимость диэлектрических потерь.
- 26.Эквивалентные схемы замещения. Параллельная и последовательная схемы замещения.
- 27.Диэлектрическая дисперсия в сложных структурах.
- 28.Сегнетоэлектричество. Классификация сегнетоэлектриков.
- 29.Феноменологическая теория сегнетоэлектричества. Фазовые переходы первого и второго рода.
- 30.Температурные зависимости внутренней деформации, теплоемкости и диэлектрической восприимчивости кристалла вблизи точки фазового перехода.
- 31.Микроскопическая теория сегнетоэлектричества (динамика кристаллической решетки).
- 32.Пьезоэлектрики, электреты.
- 33.Виды жидких кристаллов. Термохромный эффект.
- 34.Электрооптические эффекты. Полевой “твист” эффект.
- 35.Классификация веществ по магнитным свойствам: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики.
- 36.Ферромагнитное состояние.
- 37.Влияние температуры на магнитные свойства ферромагнетиков.
- 38.Естественная магнитная кристаллографическая анизотропия.
- 39.Кривая намагничивания.
- 40.Спиновые волны.
- 41.Электронный парамагнитный резонанс.
- 42.Особенности ферримагнетиков. Природа магнитного упорядочения.
- 43.Цилиндрические магнитные домены.
- 44.Применение ферритов.

5. Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы (лекции, практические занятия, самостоятельная работа) используются следующие современные образовательные технологии:

- Исследовательские методы в обучении
- Проблемное обучение

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной ра-

ботой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

- стимулирование мотивации и интереса в осваиваемой предметной области;
- повышение уровня активности и самостоятельности обучаемых;
- развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации;
- саморазвитие и развитие обучаемых благодаря активизации мыслительной деятельности и диалогическому взаимодействию с преподавателем и другими участниками образовательного процесса.

При реализации программы дисциплины предусмотрены также встречи с представителями российских компаний.

При проведении практических (семинарских) занятий в активной форме проводится детальный анализ основных электрических, магнитных и оптических свойств твердых тел, особенностей электронных свойств неупорядоченных и аморфных материалов, основных тенденций развития электронной компонентной базы в соответствии с приведенным в разделе 4 списком тем (по выбору преподавателя).

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.
- использование индивидуальных графиков обучения
- использование дистанционных образовательных технологий

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В преподавании дисциплины «Материалы электронной техники и наноэлектроники» используются учебная и научно-исследовательская литература, Интернет сайты, сайт библиотеки Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского.

Предлагаются темы рефератов, вопросы для текущего контроля, промежуточной аттестации.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего периода освоения и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям и практическим (семинарским) занятиям, в выполнении заданий лектора, работе в компьютерном классе или библиотеке, использовании интернет-технологий.

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 экзамена.

Перечень заданий самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе чтения лекций:

1. Электропроводность диэлектриков в сильных электрических полях. Пробой диэлектриков. Виды пробоя. Модель пробоя по Зинеру. Теория ударной ионизации.
2. Общая теория поляризации. Локальное электрическое поле. Формула Клаузиуса-Моссотти. Поляризация, обусловленная упругим смещением зарядов: электронная, ионная. Ориентационная поляризация. Тепловая ориентационная поляризация. Ориентационная поляризуемость для полярной жидкости.
3. Диэлектрические потери. Тангенс угла диэлектрических потерь. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Диаграмма Коула-Коула. Температурная зависимость диэлектрических потерь.
4. Феноменологическая теория сегнетоэлектричества. Фазовые переходы первого и второго рода. Температурные зависимости внутренней деформации, теплоемкости и диэлектрической восприимчивости кристалла вблизи точки фазового перехода.
5. Пьезоэлектрики, электреты.
6. Виды жидких кристаллов. Термохромный эффект. Электрооптические эффекты. Полевой “твист” эффект.
7. Ферромагнитное состояние.
8. Спиновые волны. Электронный парамагнитный резонанс.
9. Особенности ферримагнетиков. Природа магнитного упорядочения. Цилиндрические магнитные домены. Применение ферритов.

При реализации программы дисциплины «Материалы электронной техники и наноэлектроники» студентам предлагается выполнить реферат.

Примерный перечень предлагаемых тем рефератов:

1. Электропроводность диэлектриков в сильных электрических полях.
2. Комплексная диэлектрическая проницаемость.
3. Сегнетоэлектричество, феноменологическая и микроскопическая теория сегнетоэлектричества.
4. Пьезоэлектрики, электреты.
5. Виды жидких кристаллов. Термохромный эффект. Электрооптические эффекты.
6. Ферромагнитное состояние.
7. Спиновые волны. Электронный парамагнитный резонанс.
8. Особенности феримагнетиков. Применение ферритов.

Рефераты выполняются под руководством преподавателя и должны содержать элементы литературного обзора по теме, анализа в соответствии с конкретной спецификой выбранной темы. Рефераты следует выполнять в течение всего семестра с периодическим обсуждением результатов с преподавателем.

В ходе освоения дисциплины в часы практических занятий студенты выполняют контрольную работу

Контрольная работа

Вариант А

Электропроводность диэлектриков в сильных электрических полях

Вариант Б

Поляризация диэлектриков в постоянном электрическом поле

Вариант В

Поляризация диэлектриков в переменном электрическом поле

При подготовке к контрольной работе следует использовать материал про-читанных лекций, читать основную и дополнительную литературу.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Аморфные и кристаллические диэлектрики. Классификация кристаллов по типу химической связи.
2. Закон взаимодействия двух ионов. Энергия ионной решетки. Формула Борна и ее экспериментальная проверка. Реальные кристаллы
3. Электропроводность ионных кристаллов. Механизмы электропроводности ионных кристаллов.

4. Температурная зависимость электропроводности. Механизм электропроводности аморфных неограниченных диэлектриков (стекол).
5. Влияние состава стекла, влияние температуры. Электропроводность керамических диэлектриков.
6. Использование нейтрализационного эффекта и влияние состава на электрические свойства стекол для создания высокочастотных радиотехнических диэлектриков. Поверхностная проводимость.
7. Органические диэлектрики.
8. Объемно-зарядовая поляризация, приэлектродная и внутрислоевая поляризация твердых диэлектриков.
9. Внутренний фотоэффект в диэлектриках. Типы центров окраски.
10. Электропроводность диэлектриков в сильных электрических полях. Пробой диэлектриков. Виды пробоя. Модель пробоя по Зинеру.
11. Теория ударной ионизации.
12. Общая теория поляризации. Локальное электрическое поле. Формула Клаузиуса-Мосотти.
13. Поляризация, обусловленная упругим смещением зарядов : электронная, ионная.
14. Ориентационная поляризация.
15. Тепловая ориентационная поляризация. Ориентационная поляризуемость для полярной жидкости.
16. Температурные зависимости диэлектрической проницаемости.
17. Ионно-релаксационная (тепловая ионная) поляризация. Миграционная ионная поляризация.
18. Приближение Борна. Поляризация гетерогенных смесей.
19. Переходные процессы при включении и выключении постоянного тока.
Время релаксации поляризации.
20. Поляризация при непрерывном изменении поляризующего поля.
21. Поляризация в переменном электрическом поле.
22. Диэлектрические потери. Тангенс угла диэлектрических потерь.
23. Комплексная диэлектрическая проницаемость.
24. Диаграмма Коула-Коула.
25. Температурная зависимость диэлектрических потерь.
26. Эквивалентные схемы замещения. Параллельная и последовательная схемы замещения.
27. Диэлектрическая дисперсия в сложных структурах.
28. Сегнетоэлектричество. Классификация сегнетоэлектриков.
29. Феноменологическая теория сегнетоэлектричества. Фазовые переходы первого и второго рода.
30. Температурные зависимости внутренней деформации, теплоемкости и диэлектрической восприимчивости кристалла вблизи точки фазового перехода.
31. Микроскопическая теория сегнетоэлектричества (динамика кристаллической решетки).

- 32.Пьезоэлектрики, электреты.
- 33.Виды жидких кристаллов. Термохромный эффект.
- 34.Электрооптические эффекты. Полевой “твист” эффект.
- 35.Классификация веществ по магнитным свойствам: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики.
- 36.Ферромагнитное состояние.
- 37.Влияние температуры на магнитные свойства ферромагнетиков.
- 38.Естественная магнитная кристаллографическая анизотропия.
- 39.Кривая намагничивания.
- 40.Спиновые волны.
- 41.Электронный парамагнитный резонанс.
- 42.Особенности ферримагнетиков. Природа магнитного упорядочения.
- 43.Цилиндрические магнитные домены.
- 44.Применение ферритов.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре .

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лаборатор- ные занятия	Практиче- ские занятия	Самостоя- тельная рабо- та	Автоматизи- рованное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежу- точная атте- стация	Итого
7	20	0	20	20	0	10	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента 7 семестр

Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 20 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия:

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 20 баллов.

Самостоятельная работа

Выполнение заданий на самостоятельную работу – от 0 до 20 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Реферат, научно-исследовательская и методическая деятельность по дисциплине, блиц-опрос, контрольная работа - от 0 до 10 баллов

Промежуточная аттестация (экзамен)

Ранжирование ответов студентов при проведении промежуточной аттестации:
ответ на «отлично» – **21-30 баллов**

ответ на «хорошо» – **11-20 баллов**

ответ на «удовлетворительно» – **6-10 баллов**

неудовлетворительный ответ. – **0-5 баллов**

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Материалы электронной техники и наноэлектроники» составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Материалы электронной техники и наноэлектроники» в оценку, выставляемую в экзаменационную ведомость и зачётную книжку, осуществляется в соответствии с таблицей 2:

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине в оценку.

86 - 100 баллов	«отлично»
70 - 85 баллов	«хорошо»
50 - 69 баллов	«удовлетворительно»
меньше 50 баллов	«неудовлетворительно»

Оценка студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине, может быть проставлена без сдачи ими экзамена на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в конце 7 и 14 недель обучения.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

a) основная литература:

1. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики [Электронный ресурс] : Учебник / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - Москва : Лань", 2015. - 448 с. – Гриф УМО. – ЭБС «ЛАНЬ»
2. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники [Электронный ресурс] : Учебник / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - Москва : Лань", 2016. – 384 с. – Гриф УМО. – ЭБС «ЛАНЬ»
3. Материаловедение и технологии электроники [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В. И. Капустин, А. С. Сигов. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014. - 427 с. – ЭБС «ИНФРА-М»
4. Легостаев Н.С. Материалы электронной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Эль Контент, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 184 с. – ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная литература:

1. Материалы и элементы электронной техники: учебник: в 2 т. / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. – Т. 1.: Проводники, полупроводники, диэлектрики. - М.: Академия, 2006. – 439 с. Гриф УМО (В НБ СГУ 12 экз.)
2. Наноматериалы: учеб. пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. – М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. – 365 с. (В НБ СГУ 58 экз.)
3. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Витязь П.А., Свидунович Н.А. – Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2010. – 302 с. – ЭБС «IPRbooks» Т. 2.: Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники. – М.: Академия, 2006. – 376 с. Гриф УМО (В НБ СГУ 12 экз.)
4. Гусев А.И. Наноматериалы,nanoструктуры, нанотехнологии. – М.: Изд-во ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 414 с. (45 экз.)
5. Материалы электронной техники: учеб. для студентов вузов / В. В. Пасынков, В.С. Сорокин. – 5-е изд., стер. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2003. – 366 с. (В НБ СГУ 30 экз.)
6. Рамбиди Н. Г. Структура и свойства наноразмерных образований. Реалии сегодняшней нанотехнологии: учеб. пособие. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. – 375 с. (15 экз.)
7. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 454 с. (В НБ СГУ 70 экз.)
8. Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника. Мировые достижения - 2008 год: сборник / под ред. П. П. Мальцева. – М.: Техносфера, 2008. – 430 с. (В НБ СГУ 11 экз.)
9. Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки. Строение, свойства, применения. – М.: Изд-во БИНОМ. Лаб. знаний, 2006. – 293 с. (В НБ СГУ 9 экз.)
10. Наноструктурные материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие/под ред. Ханнинка Р. – М.: Техносфера, 2009. –488 с. – ЭБС «IPRbooks»

в) рекомендуемая литература:

1. Дьячков П. Н. Электронные свойства и применение нанотрубок. – М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. - 488 с. (В НБ СГУ 1 экз.)
2. Физика сегнетоэлектриков. Современный взгляд - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. - 440 с. (В НБ СГУ 1 экз.)
3. Функциональные наноматериалы / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин; под ред. Ю. Д. Третьякова. – М.: Изд-во ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 452 с. (5 экз.)

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>
5. Зональная научная библиотека им. В.А.Артисевич Саратовского государственного университета им.Н.Г.Чернышевского. – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Материалы электронной техники и наноэлектроники» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, измерительными приборами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками и пр.

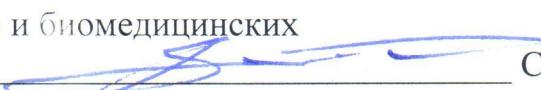
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» и профилями подготовки «Микро- и наноэлектроника, диагностикаnano- и биомедицинских систем», «Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур», «Приборы микро- и наноэлектроники, методы измерения микро- и наносистем».

Программа разработана в 2014 г. (одобрена на заседании кафедры физики твердого тела от 15 октября 2014 г., протокол № 4).

Программа актуализирована в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры физики твердого тела от 30 августа 2016 г., протокол № 1).

Автор
профессор, д.ф.-м.н.  А.В. Скрипаль

Зав. кафедрой физики твердого тела,
профессор  Д.А. Усанов

Декан факультета nano- и биомедицинских
технологий, профессор  С.Б. Вениг