

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 02.11.2023 13:20:30
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
« 30 » июня 2020 г.

Рабочая программа дисциплины
НАНОМАТЕРИАЛЫ В ЭЛЕКТРОНИКЕ

Направление подготовки

28.03.03 Наноматериалы

Направленность программы бакалавриата
Дизайн, синтез и применение наноматериалов

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **механический**

Кафедра **теоретических основ материаловедения**

Санкт-Петербург

2020

ФТД.01

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		к.х.н. В. В. Бахметьев
		профессор М.М. Сычёв

Рабочая программа дисциплины «Наноматериалы в электронике» обсуждена на заседании кафедры теоретических основ материаловедения

протокол № 10 от 09.06.2020

Заведующий кафедрой

М.М. Сычёв

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета

протокол № 12 от 30.06.2020

Председатель

А.Н. Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления «Наноматериалы»		М.М. Сычев
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	06
3. Объем дисциплины	07
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	07
4.2. Занятия лекционного типа	09
4.3. Лабораторные работы	11
4.4. Самостоятельная работа.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	14
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	16
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	16
10.2. Программное обеспечение.....	16
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	16
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	17
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	17
Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины	
Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	18

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы бакалавров обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-3 Готов использовать технические средства измерения и контроля, необходимые для проведения исследований наноматериалов и контроля процессов их получения.	ПК-3.1. Анализ возможности использования заданного класса наноматериалов для решения поставленной задачи.	знает: основные методы изготовления материалов электроники и устройств на их основе (ЗН-1); умеет: подбирать необходимое технологическое оборудование для контроля процессов получения наноматериалов электроники и устройств на их основе (У-1);
	ПК-3.4. Проведение сравнительного анализа функциональных наноматериалов между собой.	знает: основные свойства и характеристики наноматериалов для электроники (ЗН-2); умеет: выбирать и оценивать методику исследования наноматериалов для электроники (У-2);

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам (ФТД.01) изучается на 2 курсе в 4 семестре. Рекомендуемая форма итогового контроля – зачет.

Занятия по данному курсу должны обеспечить приобретение студентами теоретических знаний, практических и расчетных навыков, необходимых при изучении специальных курсов, а также для последующей успешной работы на промышленных предприятиях, в научно-исследовательских и проектных организациях.

Изучение дисциплины «Наноматериалы в электронике» опирается на курсы лекций по физике, математике, общей и неорганической химии, органической химии, физической химии, химическим и физико-химическим методам анализа.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	1/36
Контактная работа с преподавателем:	18
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	
семинары, практические занятия	
лабораторные работы	
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	
другие виды контактной работы (контроль)	
Самостоятельная работа	18
Формы текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе, КР, КП)	
Форма промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции/индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Свойства полупроводников и диэлектриков	5			5	ПК-3/ПК-3.1, ПК-3.4
2	Полупроводниковые устройства	5			5	ПК-3/ПК-3.1, ПК-3.4
3	Дисплеи, их классификация, материалы для дисплеев	2			2	ПК-3/ПК-3.1, ПК-3.4
4	Технология и оборудование производства ма-	6			6	ПК-3/ПК-3.1

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Свойства полупроводников и диэлектриков.</p> <p>Общие сведения о полупроводниках. Зонная структура полупроводниковых кристаллов. Полупроводниковые материалы, применяемые в электронике: германий, кремний, арсенид галлия, фосфид индия, сульфиды цинка и кадмия, их характеристики, физические и химические свойства. Спектры отражения и поглощения. Дефекты в полупроводниковых кристаллах: собственные и примесные. Влияние легирования на оптические свойства полупроводников. Квантовые размерные эффекты в полупроводниках.</p>	5	Слайд-презентация
2	<p>Полупроводниковые устройства.</p> <p>Диоды. Светоизлучающие диоды. Конструкции светодиодов, материалы и технология изготовления. Транзисторы. Лазеры – источники вынужденного излучения.</p> <p>Возможные формы преобразования поглощенного излучения. Механизм элементарных процессов преобразования излучения. Количественные характеристики процессов преобразования (энергетический и квантовый выходы). Классификация фотоприемников, их спектральные характеристики. Фоторезисторы. Фотодиоды. Фототранзисторы. Приборы с зарядовой связью в качестве фотоприемников. Фотоэлектрическое действие излучения. Фотоэффект (внешний, внутренний, вентильный).</p> <p>Солнечные элементы на основе Si, GaAs и аморфного кремния.</p>	5	Слайд-презентация
3	<p>Дисплеи, их классификация, материалы для дисплеев.</p> <p>Основные характеристики изображения на экране. Светодиодные дисплеи. Органические светодиоды. Жидкокристаллические дисплеи. Электронная бумага (электронные чернила). Материалы для дисплеев. Дисплей на основе квантовых точек. Цветовые характеристики дисплеев. Электрохромные индикаторы.</p>	2	Слайд-презентация
4	<p>Технология и оборудование производства материалов для электроники.</p> <p>Установки для выращивания монокристаллов. Печи. Вакуумные печи. Водородные печи. Оптические печи. Гидротермальные реакторы. Кристаллизаторы. Ионная имплантация.</p>	6	Слайд-презентация

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Свойства полупроводников и диэлектриков Методы исследования свойств материалов. Оптические материалы на основе редкоземельных элементов	5	Ответы на вопрос во время зачёта
2	Полупроводниковые устройства Фотоэлементы, основанные на внешнем фотоэффекте. Полупроводниковые фотоумножители. Фотоэлементы на основе органических соединений.	5	
3	Дисплеи, их классификация, материалы для дисплеев Органические светодиоды OLED. Органические светодиоды с квантовыми точками QDLED.	2	
46	Технология и оборудование производства материалов для оптоэлектроники Оборудование и технология производства изделий из аморфных полупроводников. Аморфный кремний, карбиды, нитриды.	6	

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Технологии получения полупроводниковго кремния.
2. Что такое внешний и внутренний фотоэффект? В каких типах фотоприемников он используется?

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие для вузов по направлениям подготовки "Электроника и наноэлектроника" и "Телекоммуникации" / А. Н. Игнатов. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2011. - 538 с. - ISBN 978-5-8114-1136-8.
2. Раскин, А.А. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники: учебное пособие. Часть 1. Для вузов по направлению подготовки 210100 «Электроника и микроэлектроника» / А.А.Раскин. – Москва: Бином, 2010. – 164 с. - ISBN 978-5-94774-909-0(Ч. 1). - ISBN 978-5-94774-913-7.
3. Рошин, В.М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники: учебное пособие. Часть 2 / В.М.Рошин, М.В.Силибин. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 180 с. - ISBN 978-5-94774-910-6 (ч. 2). - ISBN 978-5-94774-913-7.
4. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: учебное пособие / М.М.Сычев [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 160 с.
5. Корсаков, В.Г. Физическая химия твердого тела / В.Г.Корсаков, М.М. Сычев, С.В. Мякин. Министерство образования и науки Российской Федерации, Петербургский государственный университет путей сообщения - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2008. – 176 с. - ISBN 978-5-7641-0171-2.
6. Определение цветовых координат люминофоров и их смесей : методические указания к лабораторной работе / Н.В. Захарова, М.М. Сычев, В.Г.Корсаков [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения, Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 23 с.
7. Бахметьев, В.В. Синтез и исследование свойств цинк-сульфидного люминофора: метод. указания / В.В.Бахметьев, М.М.Сычев, В.Г.Корсаков; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург, 2005. – 18 с.
8. Алексеев, С.А. Электр люминесцентные панели на основе полимерных композитов: методические указания к лабораторной работе / С. А. Алексеев, М. М. Сычев, В. Г. Корсаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии материалов и изделий электронной техники. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2005. - 18 с.
9. Трифонов, С.А. Определение краевого угла смачивания: Методические указания к лабораторной работе / С. А. Трифонов, Т. С. Павленко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург, 2010. – 20 с.
10. Исследование полупроводникового диода: методические указания к лабораторной работе № 25 / Т. А. Дудникова [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра общей физики. - Санкт-Петербург, 2005. - 20 с.

11. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г. Л. Киселев. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2011. - 313 с. - ISBN 978-5-8114-1114-6.
12. Твердотельная электроника: учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Электроника и микроэлектроника" / Э. Н. Воронков, А. М. Гуляев, И. Н. Мирошникова, Н. А. Чарыков. - Москва: Академия, 2009. - 318 с. - ISBN 978-5-7695-4618-1.
13. Малышев В.А. Основы квантовой электроники и лазерной техники: учебное пособие для вузов по специальности «Электронные приборы и устройства» направления «Электроника и микроэлектроника» / В.А.Малышев. – Москва: Высш. шк., 2005. – 543 с.- ISBN 5-06-004853-5.
14. Мартинес-Дуарт, Дж.М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда; пер. с англ. А. В. Хачояна, под ред. Е. Б. Якимова. - Москва : Техносфера, 2007. - 367 с. - ISBN 978-5-94836-126-0.
15. Ежовский, Ю.К. Физико-химические основы технологии микро- и наноэлектронных устройств: учебное пособие / Ю.К.Ежовский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии материалов и изделий электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2007. – 143 с.
16. Ежовский, Ю.К. Практикум по технологии и свойства материалов электронной техники: учебное пособие / Ю.К.Ежовский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии материалов и изделий электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2007. - 102 с.

б) электронные издания:

1. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов : Лабораторный практикум / М. М. Сычев [и др.] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения – Санкт-Петербург, 2013. - 161 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL:<https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 04.06.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Определение цветовых координат люминофоров и их смесей: метод. указания /М.М.Сычев, Н.В.Захарова, В.Г.Корсаков. Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения – Санкт-Петербург, 2011. – 23 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL:<https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 04.06.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Дубровенский,С.Д. Компьютерный анализ спектральных данных : методические указания к лабораторной работе / С. Д. Дубровенский ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург, 2013. - 49 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL:<https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 04.06.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
4. Богданов, С.П. Измерение ширины запрещённой зоны полупроводника / С.П. Богданов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. - Санкт-Петербург, 2013. – 12 с.

// СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL:<https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 04.06.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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

- учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<http://media.technolog.edu.ru>

- Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)

Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.tti-gti.ru/>

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

www.consultant.ru - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

www.scopus.com - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство ИОР (Великобритания);

www.oxfordjournals.org - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Наноматериалы в электронике» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению;

Рабочей программой дисциплины «Наноматериалы в электронике» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 18 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- поиск дополнительной информации в литературных и электронных источниках;
- самостоятельное изучение методов исследования оптических и светотехнических материалов;
- изучение организации научной работы в институте и на профильной кафедре;
- использование полученных знаний при написании курсовых работ;
- математический анализ результатов полученных при проведении лабораторных работ;
- подготовка к защите текущих заданий: выполнение исследования на основе вычислительного эксперимента, формулирование выводов и технологических рекомендаций по реализации процесса.
- просмотр текущего теоретического материала для его успешного усвоения;
- посещение отраслевых выставок и семинаров, проводимых в Санкт-Петербурге;
- подготовку к сдаче зачета, проводимого по вопросам, представленным в разделе 4.

Самостоятельная работа студента неразрывно связана с выполнением текущих задач и, следовательно, равномерно спланирована на весь семестр. Дополнительные данные студент может получить из материалов других специальных курсов и литературных источников, представленных в настоящей "Рабочей программе".

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Операционная система Microsoft Windows 10 Professional;
- Microsoft Office Std;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.
- Apache OpenOffice.org (Apache 2.0) / LibreOffice (GNU LGPL 3+, MPL2.0).

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru> - база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worldddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.

12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
16. <http://markmet.ru> – марочник сталей.

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Номер компетенции	Суть компетенции	Этап Формирования
ПК-3	Готов использовать технические средства измерения и контроля, необходимые для проведения исследований наноматериалов и контроля процессов их получения.	Промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Уровни освоения дисциплины оцениваются согласно требованиям, изложенным в паспорте каждой из указанных компетенций. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в 4 семестре, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

Для получения зачёта должен быть достигнут «пороговый» уровень сформированности компетенций.

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)
			«зачтено» (средний)
ПК-3.1. Анализ возможности использования заданного класса наноматериалов для решения поставленной задачи	знает: основные методы изготовления материалов электроники и устройств на их основе (ЗН-1);	Ответы на вопросы № 8-11,14-22 к зачёту.	Имеет представление о современных технологических приемах изготовления материалов электроники и устройств на их основе
	умеет: подбирать необходимое технологическое оборудования для контроля процессов получения наноматериалов электроники и устройств на их основе (У-1).	Ответы на вопросы № 23-40 к зачёту.	Знает основные виды технологического оборудования для изготовления наноматериалов электроники и устройств на их основе, параметры соответствующих процессов и методы их контроля.
ПК-3.4. Проведение сравнительного анализа функциональных наноматериалов между собой.	знает: основные свойства и характеристики наноматериалов для электроники (ЗН-2);	Ответы на вопросы №1-5,7 к зачёту	Имеет представление об основных свойствах наноматериалов для электроники.
	умеет: выбирать и оценивать методику исследования наноматериалов для электроники (У-2);	Ответы на вопросы №6,12,13 к зачёту	Может подобрать подходящий метод исследования наноматериала электроники исходя из требуемых характеристик.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме опроса на лекционных занятиях.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачёта в конце 4 семестра. Для получения зачёта студент должен правильно ответить на 2 вопроса из списка контрольных вопросов для проведения зачёта (приложение №1). Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

Контрольные вопросы для проведения зачёта:

1. Что такое полупроводники, в чем их отличие от металлов и диэлектриков с точки зрения зонной структуры?
2. Какие типы носителей заряда присутствуют в полупроводниках, что такое уровень Ферми, как на его положение влияет легирование полупроводников?
3. Какие полупроводники применяются для изготовления изделий электроники, физические и химические свойства этих полупроводников?
4. Как ширина запрещенной зоны полупроводника влияет на его спектр поглощения, методы определения ширины запрещенной зоны?
5. Что такое люминесценция, чем она отличается от теплового излучения, какие бывают способы возбуждения люминесценции?
6. Что такое энергетический и квантовый выходы люминесценции, каковы методы их определения?
7. В чем заключается квантовый размерный эффект в полупроводниках?
8. Технологии получения полупроводниковго кремния.
9. Технологии получения полупроводниковго Ge.
10. Технологии получения полупроводниковго GaAs.
11. Диоды, какие материалы применяют для производства, технология их изготовления?
12. Что такое «оптический квантовый генератор» (ОКГ), принцип его работы, характеристики вынужденного излучения?
13. Что такое внешний и внутренний фотоэффект? В каких типах фотоприемников он используется?
14. Классификация фотоприемников. Структура фоторезистора, фотодиода, фототранзистора? Технологии, используемые в их производстве?
15. Устройство и принцип работы фотоумножителя?
16. Конструкция прибора с зарядовой связью (ПЗС), принцип его работы, материалы и технологии производства ПЗС?
17. Конструкция и принцип работы солнечных элементов на основе кремния и арсенида галлия, технология их производства?
18. Конструкция и принцип работы жидкокристаллических дисплеев, их характеристики, материалы и технологии, применяемые в их производстве?
19. Конструкция и принцип работы дисплеев на основе неорганических светодиодов, их характеристики, материалы и технологии, применяемые в их производстве?
20. Конструкция и принцип работы дисплеев на основе органических светодиодов, их характеристики, материалы и технологии, применяемые в их производстве?
21. Конструкция и принцип работы электрохромных индикаторов, их характеристики, материалы и технологии, применяемые в их производстве?
22. Какие существуют способы выращивания монокристаллов? В чем они заключаются? Их преимущества и недостатки? Какое оборудование при этом используется?
23. Что такое низкий, средний и высокий вакуум, методы измерения низкого давления?
24. Виды форвакуумных насосов?
25. Виды высоковакуумных насосов?

26. Конструкции вакуумных установок, их основные узлы?
27. Какие существуют методы вакуумного нанесения тонких пленок, для каких материалов их можно применять?
28. Особенности нанесения пленок методом центрифугирования?
29. Какие существуют методы нанесения толстых пленок?
30. Сущность метода сеткотрафаретной печати, конструкция установок для сеткотрафаретной печати?
31. Пленки из каких материалов можно наносить методом сеткотрафаретной печати, состав паст для нанесения пленок?
32. Золь-гель метод изготовления пленок.
33. Ионная имплантация – принцип метода, оборудование.
34. Технология изготовления пленок поливом.
35. Технология изготовления пленок окунанием.
36. Технология изготовления пленок струйной печатью.
37. Фотолитография – принцип метода, оборудование.
38. Лазерные технологии.
39. Электронно-лучевые технологии.
40. Ионная имплантация.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.