

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Института физики,  
профессор  
С.Б. Вениг  
«09» 11 2021 г.



**Рабочая программа дисциплины**  
«Методы измерений и испытаний полупроводниковых структур электроники»

Направление подготовки бакалавриата  
11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»

Профиль подготовки бакалавриата  
«Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур»

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Сергеев С.А.		20.10.2021
Председатель НМК	Скрипаль Ан.В.		22.10.2021
Заведующий кафедрой	Михайлов А.И.		20.10.2021
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Методы измерений и испытаний полупроводниковых структур электроники» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений для решения задач в области технических измерений и контроля и усвоение принципов работы измерительных приборов, их параметров и характеристик, приобретение навыков практического использования современных измерительных средств.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина по выбору «Методы измерений и испытаний полупроводниковых структур электроники» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП бакалавриата и изучается студентами очной формы обучения Институт физики СГУ, обучающимися по направлению «Электроника и наноэлектроника» и профилю «Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур», в течение 7 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по физике, математике, инженерной и компьютерной графике, вычислительным методам в физике полупроводников, методам математической физики, теоретическим основам электротехники, квантовой механике, кристаллографии и кристаллофизике, физике конденсированного состояния, физике полупроводников, основам математического моделирования в твердотельной электронике и подготавливает студентов к научно-исследовательской работе.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-1. Способен проводить математическую обработку результатов измерений с учетом аппаратных характеристик и условий измерений и вносить информацию в базы данных	1.1_Б. ПК-1. Способен обрабатывать результаты измерений в соответствии с калибровочными параметрами аппаратуры и условиями измерений 2.1_Б. ПК-1. Использует инструменты статистической обработки информации 3.1_Б. ПК-1. Обладает умениями корректно заносить информацию в базы данных	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>знать</u> основные принципы обрабатывать результаты измерений в соответствии с калибровочными параметрами аппаратуры и условиями измерений;</li> <li>• <u>уметь</u> корректно заносить информацию в базы данных;</li> <li>• <u>владеть</u> навыками применения инструментов статистической обработки информации;</li> </ul>
ПК-3. Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику теоретического и экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	1.1_Б. ПК-3. Аргументировано применяет методики проведения теоретических и экспериментальных исследований параметров и характеристик узлов и блоков установок электроники и наноэлектроники 2.1_Б. ПК-3. Решает конкретные задачи по проведению исследований характеристик электронных приборов различного функционального назначения 3.1_Б. ПК-3. Обрабатывает и анализирует результаты теоретических и экспериментальных исследований, определяет элементы новизны в разработке	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>знать</u> методики проведения теоретических и экспериментальных исследований параметров и характеристик узлов и блоков установок электроники и наноэлектроники;</li> <li>• <u>уметь</u> решать конкретные задачи по проведению исследований характеристик электронных приборов различного функционального назначения</li> <li>• <u>владеть</u> навыками обработки и анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований, способен определять элементы новизны в разработке</li> </ul>

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	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		СРС		
				Общая трудо- емкость	Из них – практи- ческая подго- товка	Общая трудо- ем- кость	Из них – практи- ческая подго- товка			
1.	Основные положения в области измерений, испытаний и контроля качества продукции	7	2	4	4	1		4	Устный опрос	
2.	Испытания продукции на воздействие внешних факторов	7	4	8	8	1		4	Устный опрос	
3.	Методика проведения испытаний продукции на воздействие внешних факторов	7	4	8	8	1		4	Устный опрос	
4.	Особенности измерения электрических величин и параметров излучения	7	2	4	4	1		4	Устный опрос	
5.	Измерение силы тока и напряжения в цепях постоянного тока	7	4	8	8	2		5	Устный опрос	
6.	Основные методы измерения активных сопротивлений	7	4	8	8	4		5	Контрольная работа	
7.	Основные методы измерения индуктивности	7	5	10	10	4		5	Устный опрос	
8.	Методы измерения емкости	7	5	10	10	4		5	Устный опрос	
	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>7</b>							<b>Экзамен, Зачет, контрольная работа</b>	
	<b>Итого:</b>		<b>30</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>36</b>		
	<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		<b>180</b>							

### Содержание дисциплины

1. Основные положения в области измерений, испытаний и контроля качества продукции:
  - Основные термины и определения
  - Виды контроля качества и категории испытаний продукции.
  - Основные этапы подготовки и проведения испытаний.
2. Испытания продукции на воздействие внешних факторов
  - Классификация ВВФ.
  - Механические испытания изделий электронной техники, оборудование для механических испытаний
  - Климатические испытания изделий электронной техники, оборудование для климатических испытаний
3. Методика проведения испытаний продукции на воздействие внешних факторов
  - Общие положения.
  - Климатические испытания
  - Механические испытания.
  - Комплексные испытания
4. Особенности измерения электрических величин и параметров излучения
5. Измерение силы тока и напряжения в цепях постоянного тока
  - Универсальные измерительные схемы
  - Мосты переменного тока
6. Основные методы измерения активных сопротивлений
  - Метод сравнения
  - Метод разряда и определения постоянной времени
  - Метод измерения тока
  - Метод логометра
  - Мостовой метод
  - Аналоговые омметры
7. Основные методы измерения индуктивности

- Измерение индуктивности методом амперметра-вольтметра или ваттметра
- Измерительный мост Масквелла-Вина
- Резонансный метод
- Куметр
- Измерение взаимной индуктивности методом баллистического гальванометра

#### 8. Методы измерения емкости

- Непосредственное измерение емкости с помощью делителя
- Метод заряда (повседневный метод измерения емкости)
- Измерительный мост Шеринга
- Резонансный метод
- Метод амперметра-вольтметра

### 5. Образовательные технологии

В преподавании дисциплины «Методы измерений и испытаний полупроводниковых структур электроники» используются следующие образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проблемное обучение;
- исследовательские методы в обучении;
- лекция-консультация;
- лабораторные занятия;
- самостоятельная внеаудиторная работа.

Лекционные занятия проводятся в основном в традиционной форме. При проведении практических и лабораторных занятий в активной форме проводится детальный анализ средств и методов измерения физических величин (по выбору преподавателя) в соответствии с разделами программы дисциплины.

При проведении более 80% практических и лабораторных занятий используется ПК и мультимедийный проектор.

Список рекомендуемой литературы для подготовки к лабораторным занятиям указан в разделе 8 рабочей программы дисциплины.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего учебного семестра и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям, лабораторным занятиям, к контрольной работе, в выполнении заданий лектора, работе в компьютерном классе или библиотеке.

### Перечень лабораторных работ и практических заданий

1. Методы измерения температуры.
2. Исследование динамических характеристик электронных вольтметров.
3. Измерение вольтамперных и вольтфарадных характеристик полупроводниковых структур.
4. Методы измерения активных сопротивлений.
5. Измерение сопротивления, емкости, индуктивности радиотехнических элементов.
6. Измерение характеристик вольтметров.
7. Изучение функциональных схем со стабилизаторами.
8. Изучение электрических процессов в цепях переменного тока. Измерение индуктивности и емкости по разности фаз между током и напряжением.
9. Компьютер в роли осциллографа, спектроанализатора, частотомера.
10. Измерение  $L$ ,  $C$ ,  $R$  с помощью ЭВМ.
11. Построение уравнений регрессии методом наименьших квадратов. Сглаживание экспериментальных данных с помощью табличного процессора *Excel*.
12. Обработка экспериментальных данных в системе для инженерных и научных расчетов *Mathcad*. Функции для обработки экспериментальных данных.
13. Термопара (градуировка термопары).
14. Определение метрологических характеристик средств измерений.
15. Виды измерительных приборов.

Предусмотрены встречи с представителями российских компаний, государственных и общественных организаций. Описания всех перечисленных лабораторных работ имеются на кафедре физики полупроводников.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 50 % аудиторных занятий. Занятия

лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 50% аудиторных занятий.

*Практическая подготовка* при реализации данной дисциплины направлена на формирование и закрепление практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы в процессе выполнения практических работ, в ходе которых происходит формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений для решения задач в области технических измерений и контроля и усвоение принципов работы измерительных приборов, их параметров и характеристик, в том числе приобретение навыков практического использования современных измерительных средств.

#### **Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:**

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- использование индивидуальных графиков обучения и индивидуальных консультаций;
- использование дистанционных образовательных технологий.

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

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

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине «Методы измерений и испытаний полупроводниковых структур электроники» проводится в течение всего учебного семестра и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям, подготовке к практическим и лабораторным занятиям, к контрольной работе, к выполнению индивидуальных заданий преподавателя, работе в компьютерном классе или библиотеке.

#### 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 лабораторным занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, ведущего семинары, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую литературу;
- при подготовке к выполнению и отчетам по лабораторным работам тщательно изучать описание работы, задавать уточняющие вопросы преподавателю и дежурному инженеру, иметь отдельную тетрадь по лабораторному практикуму для выполнения заданий и оформления отчетов;
- при подготовке к занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, ведущего практикум, готовить краткий конспект по вопросам работы, изучать рекомендуемую литературу;
- при подготовке к контрольной работе пользоваться лекциями и рекомендованной литературой;

В ходе изучения дисциплины в часы лабораторных занятий студенты выполняют контрольную работу

Варианты контрольных работ разработаны на основе программы курса. Контрольные работы состоят из 2-х заданий. Студенту необходимо знать основные определения, относящиеся к технологическим процессам, знать достоинства и недостатки основных методов измерений. Студент должен иметь представление о возможности и необходимости всевозможных измерений и операций контроля в производственном цикле изготовления качественной продукции, о многообразии измерительных задач в современной промышленности, иметь опыт конструирования наиболее распространенных на практике средств измерения и контроля.

#### Контрольная работа.

##### Вариант № 1.

1. Как классифицируются виды контроля по типу проверяемых параметров.
2. На какие группы разбит класс климатические и другие природные ВВФ.
3. Основные виды механических испытаний.
4. Нарисовать и объяснить схему омметра последовательного типа.

##### Вариант № 2.

1. Как классифицируются виды контроля в зависимости от полноты охвата.
2. На какие группы разбит класс механических внешних воздействующих факторов (ВВФ).
3. Нарисовать и объяснить схему измерения сопротивления с помощью моста Уитстона.

4. Нарисовать и объяснить схему измерения индуктивности методом резонанса.

Вариант № 3.

1. Как классифицируются виды контроля в зависимости от полноты охвата.
2. На какие группы разбит класс механических внешних воздействующих факторов (ВВФ).
3. Нарисовать и объяснить схему измерения сопротивления с помощью моста Уитстона.
4. Нарисовать и объяснить схему измерения индуктивности методом резонанса.

Вариант № 4.

1. Как классифицируются испытания по определяемым характеристикам объектов исследования.
2. На какие группы разбит класс специальных сред.
3. Зарисовать структурную схему измерительного прибора.
4. Нарисовать и объяснить схему измерения емкости с помощью мостов.

Вариант № 5.

1. Как классифицируются виды контроля по условиям и месту проведения.
2. На какие группы разбит класс термические ВВФ.
3. Классификация измерительных преобразователей по функциональному назначению.
4. Нарисовать и объяснить схему измерения емкости методом резонанса.

Результаты выполнения контрольной работы учитываются при проведении промежуточной аттестации студентов на экзамене.

Промежуточная аттестация по итогам выполнения работ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА проводится в виде **зачета**. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде **экзамена**.

#### **Вопросы для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины**

1. Как классифицируются виды контроля в зависимости от объекта контроля.
2. Как классифицируются виды контроля в зависимости от средства контроля.
3. Как классифицируются виды контроля по типу проверяемых параметров.
4. Как классифицируются виды контроля в зависимости от полноты охвата
5. Категории испытаний, допускающие совмещение
6. Нормативно-методическая основа обеспечения единства испытаний
7. Основные этапы подготовки и проведения испытаний
8. Основные разделы программы испытаний
9. На какие группы разбит класс механических внешних воздействующих факторов (ВВФ).
10. Какие виды содержит группа механических ВВФ «Колебания»
11. Какие виды содержит группа механических ВВФ «Удар»
12. Какие виды содержит группа механических ВВФ «Сила»
13. На какие группы разбит класс климатические и другие природные ВВФ.
14. На какие группы разбит класс биологические ВВФ.
15. На какие группы разбит класс ВВФ электромагнитных полей.
16. На какие группы разбит класс ВВФ специальных сред.
17. Какие виды содержит группа ВВФ специальных сред «Специальные среды»
18. На какие группы разбит класс термические ВВФ.
19. На какие группы разбит класс радиационных ВВФ.
20. Классификация оборудования для механических испытаний в зависимости от воспроизводимых воздействующих факторов.
21. Требования, предъявляемые к средствам испытаний, контроля и измерений при испытании изделий на воздействие механических факторов.
22. Показатели вибростендов
23. Как классифицируются виброизмерительные приборы по измеряемому параметру
24. Классификация испытаний в соответствии с видами воздействия ВВФ
25. Основные виды климатических испытаний
26. Основные виды механических испытаний.
27. Классификация измерительных преобразователей по функциональному назначению.
28. Классификация измерительных преобразователей по виду физических величин на входе и выходе.
29. Классификация измерительных преобразователей по наличию или отсутствию энергии в измеряемом сигнале.
30. Классификация измерительных преобразователей по виду динамических процессов, протекающих в них в процессе преобразования.
31. Классификация измерительных преобразователей по виду зависимости физических величин от времени на входе и на выходе.

32. Схемы, расширяющие пределы измерений амперметра.
33. Схемы, расширяющие пределы измерений вольтметра.
34. Схемы для измерения силы тока и напряжения.
35. Измерение активных сопротивлений методом сравнения.
36. Измерение активных сопротивлений методом разряда и определения постоянной времени.
37. Измерение активных сопротивлений методом измерения тока.
38. Измерение активных сопротивлений методом логометра.
39. Измерение сопротивления с помощью цифровых омметров.
40. Нарисовать и объяснить схему измерения индуктивности методом одинарного моста переменного тока.
41. Нарисовать и объяснить схему измерения индуктивности методом T-образного моста.
42. Нарисовать и объяснить схему измерения индуктивности методом резонанса.
43. Нарисовать и объяснить схему измерения индуктивности шестиплечим мостом.
44. Нарисовать и объяснить структурную схему куметра.
45. Измерение индуктивности методом амперметра-вольтметра или ваттметра.
46. Измерение взаимной индуктивности методом баллистического гальванометра.

### 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

По дисциплине предусмотрены 2 формы промежуточной аттестации – зачет и экзамен.

Таблица 1.1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
7	5	40	5	10	0	0	40 (зач.)	<b>100</b>
7	5	40	5	10	0	0	40 (экз.)	<b>100</b>

### Программа оценивания учебной деятельности бакалавра

#### 7 семестр

##### Лекции

Посещаемость, активность работы в аудитории, правильность ответов при опросах, качество выполнения заданий лектора – от 0 до 5 баллов.

##### Лабораторные занятия

Посещаемость, самостоятельность при выполнении работы, грамотность в оформлении, правильность выполнения – от 0 до 40 баллов.

##### Практические занятия

Посещаемость, активность работы в аудитории, правильность ответов при опросах и выполнении заданий, уровень подготовки к занятиям – от 0 до 5 баллов.

##### Самостоятельная работа

Качество подготовки к лекционным и лабораторным занятиям, качество и количество выполненных домашних работ, грамотность в оформлении, правильность выполнения – от 0 до 10 баллов.

##### Автоматизированное тестирование

Не предусмотрены

##### Другие виды учебной деятельности

Не предусмотрены

**Промежуточная аттестация** по ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ по дисциплине «Методы измерений и испытаний полупроводниковых структур электроники» оценивается от 0 до 40 баллов и проводится в форме **зачета**.

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета:

ответ на «зачтено» оценивается от 20 до 40 баллов;

ответ на «не зачтено» оценивается от 0 до 19 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента по ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ при проведении промежуточной аттестации в форме зачёта по дисциплине «Методы измерений и испытаний полупроводниковых структур электроники» составляет 40 баллов.

Таблица 2.1. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине в оценку (зачет).

от 0 до 40 баллов	«зачтено»
менее 20 баллов	«не зачтено»

#### 7 семестр

##### Лекции

Посещаемость, активность работы в аудитории, правильность ответов при опросах, качество выполнения заданий лектора – от 0 до 5 баллов.

#### **Лабораторные занятия**

Посещаемость, самостоятельность при выполнении работы, грамотность в оформлении, правильность выполнения – от 0 до 40 баллов.

#### **Практические занятия**

Посещаемость, активность работы в аудитории, правильность ответов при опросах и выполнении заданий, уровень подготовки к занятиям – от 0 до 5 баллов.

#### **Самостоятельная работа**

Качество подготовки к лекционным и лабораторным занятиям, качество и количество выполненных домашних работ, грамотность в оформлении, правильность выполнения – от 0 до 10 баллов.

#### **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрены

#### **Другие виды учебной деятельности**

Не предусмотрены

**Промежуточная аттестация** по дисциплине «Методы измерений и испытаний полупроводниковых структур электроники» оценивается от 0 до 40 баллов и проводится в форме экзамена.

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена:

ответ на «отлично» оценивается от 35 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 28 до 34 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 20 до 27 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 19 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента по дисциплине «Методы измерений и испытаний полупроводниковых структур электроники» составляет **100 баллов**.

Таблица 2.2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине в оценку (**экзамен**).

86 - 100 баллов	«отлично»
70 - 85 баллов	«хорошо»
50 – 69 баллов	«удовлетворительно»
0 - 49 баллов	«не удовлетворительно»



## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) литература:

1. Правиков Ю.М., Муслина Г.Р. Метрологическое обеспечение производства [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – М.: КноРус, 2016. – 237 с. – ISBN:978-5-406-01991-7. – Режим доступа: <http://www.book.ru/book/919624>. – ЭБС «BOOK.ru».
2. Николаев М.И. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством [Электронный ресурс]. М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. 115 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16706>. ЭБС «IPRbooks».
3. Сергеев А.Г., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов. – М.: ИД Юрайт, 2011. – 820 с. (Учебные отделы, А986783-ОХФ, А986784-ОХФ)
4. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология: учебник. 4-е изд. Ч. 2: Обеспечение единства измерений. М.; СПб.: Питер, 2012. 240 с. (Учебные отделы, А916719-ОХФ, А916720-ОХФ)
5. Герасимова Е.Б., Герасимов Б.И. Метрология, стандартизация и сертификация: [Электронный ресурс] учеб. пособие. – М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2015. – 224 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=493233>. – ЭБС «ИНФРА-М».
6. Миронов Э.Г., Бессонов Н.П. Метрология и технические измерения: учеб. пособие. – М.: КноРус, 2016. – 414 с. (А993771-ОХФ, А993772-ОХФ-ЧЗ-4, А993773-ОХФ)
7. Раннев Г.Г., Тарасенко А.П. Методы и средства измерений: учебник для студентов учреждений высш. проф. образования. – 6-е изд., стер. – М.: Изд. центр «Академия», 2010. – 330 с. (Учебные отделы, А985039-ОХФ, А985040-ОХФ, А985041-ОХФ-ЧЗ-4)
8. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: учеб. пособие / под ред. К.К. Кима. – М.; С-Пб.: Питер, 2010. – 367 с. (Учебные отделы, А916302-ОХФ, А916303-ОХФ)
9. Сергеев А.Г., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов. – М.: ИД Юрайт, 2010. – 820 с. (Учебные отделы, А985901-ОХФ, А985902-ОХФ, А985903-ОХФ, А989984-ОХФ)
10. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. Ч. 1: Общая теория измерений. М.; СПб.: Питер, 2010. 190 с. (Учеб. отделы, А916348-ОХФ, А916349-ОХФ)
11. Метрология, стандартизация, сертификация [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.И. Аристов, В.М. Приходько, И.Д. Сергеев, Д.С. Фатюхин. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 256 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=424613>. – ЭБС «ИНФРА-М».
12. Николаева М.А., Карташова Л.В. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия [Электронный ресурс]: учебник. М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2015. 352 с. Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=473200>. ЭБС «ИНФРА-М».
13. Боларев Б.П. Стандартизация, метрология, подтверждение соответствия [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 254 с. – ISBN 978-5-16-009799-2. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=457803>. – ЭБС «ИНФРА-М».
14. Дубовой Н.Д., Портнов Е.М. Основы метрологии, стандартизации и сертификации [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2014. – 256 с. ISBN 978-5-8199-0338-4. Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=447721>. ЭБС «ИНФРА-М».
15. Кудеяров Ю.А., Медовикова Н.Я. Метрологическая экспертиза технической документации [Электронный ресурс]: учебное пособие. – М.: АСМС, 2012. – 144 с. – ISBN: 978-5-93088-155-4. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44253.html>. – ЭБС «IPRbooks».

### б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. MathCad 14.0
5. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/>
6. Зональная научная библиотека им. В.А.Артисевич Саратовского государственного университета им.Н.Г.Чернышевского. – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>

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

Занятия по дисциплине «Методы измерений и испытаний полупроводниковых структур электроники» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, измерительными приборами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами, плакатами, соответствующих действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

**Место проведения практической подготовки:** учебная лаборатория по полупроводниковой электронике Института физики.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» и профилю «Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур».

Автор: Сергеев С.А.

Программа одобрена на заседании кафедры физики полупроводников 20 октября 2021 г., протокол № 2.