

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Твердотельная микро- и нанoeлектроника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.05</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 59,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Программирование (код)</b>	
<b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>3 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зезин Д.А.
	Идентификатор	Re7522a00-ZezinDA-ba8dbd73

(подпись)

Д.А. Зезин

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Баринов А.Д.
	Идентификатор	Ra98e1318-BarinovAD-f138ec4f

(подпись)

А.Д. Баринов

(расшифровка подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мирошникова И.Н.
	Идентификатор	Rd1db27a5-MiroshnikovaIN-70caf8c

(подпись)

И.Н.

Мирошникова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Освоение методологии научных исследований

### Задачи дисциплины

- Получение общих представлений о последовательности движения исследователя в процессе решения научной задачи.;
- Освоение методов современной метрологии.;
- Получение способности к приобретению и использованию новой информации в своей предметной области, предложению новых идеи и подходы к решению инженерных задач;
- Владение навыками применения специализированного программно-математическое обеспечение для проведения статистической обработки данных и метрологических исследований при решении инженерных задач в области электроники..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Знает тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники	знать: - тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники.
ОПК-2 способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Знает методы синтеза и исследования моделей	знать: - методы синтеза и исследования моделей.
ОПК-2 способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования	уметь: - адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования.
ОПК-3 способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах	знать: - принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности..

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
	профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности	
ОПК-3 способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ИД-2 <sub>ОПК-3</sub> Умет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности	уметь: - использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности.
ОПК-4 способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub> Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств	знать: - методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств.
ОПК-4 способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности	уметь: - осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Твердотельная микро- и наноэлектроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Наука и научная деятельность	4	3	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 111-151	
1.1	Наука и научная деятельность	4		2	-	-	-	-	-	-	-	2	-		
2	Метрология, общие термины и определения.	8		2	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 9-18
2.1	Метрология, общие термины и определения.	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-		
3	Базовые представления математической статистики, используемые в метрологии	20		2	-	8	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 19-26
3.1	Базовые представления математической статистики, используемые в метрологии	20		2	-	8	-	-	-	-	-	-	10	-	
4	Неопределённость измерений	20		2	-	8	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 29-33
4.1	Неопределённость измерений	20		2	-	8	-	-	-	-	-	-	10	-	

													[3], стр. 213 - 272
5	Модель измерений	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b>
5.1	Модель измерений	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	Изучение литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 78-102
6	Аналитические методы учёта неопределённостей измерений	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b>
6.1	Аналитические методы учёта неопределённостей измерений	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	Изучение литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 78-102
7	Учёт неопределённостей измерений методом Монте — Карло	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b>
7.1	Учёт неопределённостей измерений методом Монте — Карло.	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	Изучение литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 78-102
8	Метрологически верная постановка эксперимента	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b>
8.1	Метрологически верная постановка эксперимента	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	Изучение литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 78-102
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>42</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>59.7</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Наука и научная деятельность

#### 1.1. Наука и научная деятельность

Наука и научная деятельность: теория, гипотеза, эксперимент. Эксперимент как единственный источник достоверной информации об объекте исследования..

### 2. Метрология, общие термины и определения.

#### 2.1. Метрология, общие термины и определения.

Метрология, общие термины и определения. Устаревший и современный подход к метрологии. РМГ ГСИ, VIM3, GUM..

### 3. Базовые представления математической статистики, используемые в метрологии

#### 3.1. Базовые представления математической статистики, используемые в метрологии

Базовые представления математической статистики, используемые в метрологии, корреляция, методы визуализации статистической информации. Основные распределения непрерывных случайных величин, используемые в метрологии: нормальное, равномерное, треугольное, Стьюдента. Распределение дискретных случайных величин - распределение Пуассона. Методы оценки распределений случайных величин с неизвестным распределением: принцип максимального правдоподобия, медианная оценка, квантиль — квантильный метод..

### 4. Неопределённость измерений

#### 4.1. Неопределённость измерений

Неопределённость измерений, пределы допускаемой погрешности, классы точности. Подход ИЛАС для оценки неопределённости результатов измерений: отношение неопределённости теста, алгоритмы принятия решений, ложная приёмка, ложная отбраковка, применение защитной полосы, особенности учёта неопределённости измерений при смещённой оценке..

### 5. Модель измерений

#### 5.1. Модель измерений

Модель измерений, неопределённости типа А и типа В. Расширенная неопределённость измерений. Модель измерений при прямых измерениях, модель измерений при косвенных измерениях..

### 6. Аналитические методы учёта неопределённостей измерений

#### 6.1. Аналитические методы учёта неопределённостей измерений

Аналитические методы учёта неопределённостей измерений, подход GUM. Модели первого порядка с входными величинами без корреляции и с корреляцией. Ковариация. Модели высших порядков. Принципы расчетов множественных взаимосвязанных выходных величин модели..

### 7. Учёт неопределённостей измерений методом Монте — Карло

#### 7.1. Учёт неопределённостей измерений методом Монте — Карло.

Учёт неопределённостей измерений методом Монте — Карло. Особенности генерации случайных чисел для метрологических расчетов. Особенности генерации случайных чисел с корреляцией. Коэффициенты чувствительности. Сравнение метода Монте — Карло и подхода GUM. Проверка достоверности GUM с использованием метода Монте — Карло..

### 8. Метрологически верная постановка эксперимента

#### 8.1. Метрологически верная постановка эксперимента

Метрологически верная постановка эксперимента. Полный факторный эксперимент, матрица эксперимента, 24 полный факторный эксперимент. Метод конечных элементов в постановке эксперимента, 27-3 неполный факторный эксперимент. Подход ANOVA..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Python введение;
2. Python массивы и циклы;
3. Python функции;
4. Python чтение и запись в файл;
5. Случайные числа;
6. NumPy, SciPy;
7. Matplotlib;
8. Приемы работы с табличными типами данных;
9. Расчет неопределённости прямых измерений;
10. Расчет неопределённости косвенных измерений без корреляции;
11. Расчет неопределённости косвенных измерений с корреляцией;
12. Применение метода Монте-Карло для метрологических расчетов.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ** Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
<b>Знать:</b>											
тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>	+									Расчетно-графическая работа/КМ 4
методы синтеза и исследования моделей	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>					+	+				Программирование (код)/КМ 2 Расчетно-графическая работа/КМ 4
принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности.	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub>				+						Программирование (код)/КМ 1 Расчетно-графическая работа/КМ 4
методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>		+								Расчетно-графическая работа/КМ 4
<b>Уметь:</b>											
адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>			+							Программирование (код)/КМ 1 Расчетно-графическая работа/КМ 4
использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности	ИД-2 <sub>ОПК-3</sub>							+			Программирование (код)/КМ 3 Расчетно-графическая работа/КМ 4
осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub>									+	Программирование (код)/КМ 3 Расчетно-графическая



## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ 1 (Программирование (код))
2. КМ 2 (Программирование (код))
3. КМ 3 (Программирование (код))
4. КМ 4 (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

Оценка выставляется по текущей успеваемости согласно БАРС.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Философия и методология науки : Учебное пособие для вузов / С. В. Девятова, и др. ; Ред. В. И. Купцов . – М. : Аспект Пресс, 1996 . – 551 с. – (Открытая книга - открытое сознание - открытое общество) . - ISBN 5-7567-0062-5 : 22000.00 .;
2. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" и "Автоматизированные технологии и производства" / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов . – 2-е изд., доп . – М. : Высшая школа, 2006 . – 800 с. – (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств) . - ISBN 5-06-004325-8 .;
3. А. Г. Сергеев- "Нанометрология", Издательство: "Логос", Москва, 2011 - (415 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84986>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Libre Office;
2. ОС Linux;
3. Jupyter.

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" -  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)

3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

**6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	К-102а, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	К-102а, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор
	К-105/1, Компьютерный класс	стол, стол для оргтехники, стол компьютерный, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер
	К-105/2, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	К-102а, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор
	К-102, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
	К-105/1, Компьютерный класс	стол, стол для оргтехники, стол компьютерный, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер
	К-105/2, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	К-115, Склад каф. "ЭиН"	стеллаж, инвентарь учебный

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Методология научной деятельности

(название дисциплины)

## 3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ 1 (Программирование (код))  
 КМ-2 КМ 2 (Программирование (код))  
 КМ-3 КМ 3 (Программирование (код))  
 КМ-4 КМ 4 (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Наука и научная деятельность					
1.1	Наука и научная деятельность					+
2	Метрология, общие термины и определения.					
2.1	Метрология, общие термины и определения.					+
3	Базовые представления математической статистики, используемые в метрологии					
3.1	Базовые представления математической статистики, используемые в метрологии		+			+
4	Неопределённость измерений					
4.1	Неопределённость измерений		+			+
5	Модель измерений					
5.1	Модель измерений			+		+
6	Аналитические методы учёта неопределённостей измерений					
6.1	Аналитические методы учёта неопределённостей измерений			+		+
7	Учёт неопределённостей измерений методом Монте — Карло					
7.1	Учёт неопределённостей измерений методом Монте — Карло.				+	+
8	Метрологически верная постановка эксперимента					

8.1	Метрологически верная постановка эксперимента			+	+
	Вес КМ, %:	10	25	25	40