

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Гидроэнергетические установки

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ, ПРОВЕДЕНИЯ И ОБРАБОТКИ**  
**РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**  
**ЭНЕРГОУСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ**  
**ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б4.Ч.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 семестр - 1;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>36 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</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>2 семестр - 19,7 часов;</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>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет</b>	<b>2 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дорошин А.Н.
	Идентификатор	R97f450a3-DoroshinAN-5a7f6fea

А.Н. Дорошин

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тягунов М.Г.
	Идентификатор	R806ed17c-TiagunovMG-84c3458f

М.Г. Тягунов

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

Т.А.  
Шестопалова

## 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;
- Овладение 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-2 Способен применять современные технологии и методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Выбирает необходимые методы и технологии исследования для решения поставленной задачи	знать: - методы синтеза и исследования моделей; - методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств.  уметь: - ставить задачи и проводить методологический анализ научного исследования и его результатов; - разрабатывать модели и совершенствовать методы математического моделирования приборов и технологических процессов с использованием современных информационных технологий.
ОПК-2 Способен применять современные технологии и методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Проводит анализ полученных результатов	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..  уметь: - осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программе Гидроэнергетические установки (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 1 зачетная единица, 36 часа.

№ 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	5	2	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы	
1.1	Наука и научная деятельность	5		2	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-
2	Метрология, общие термины и определения.	5		2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 226-551
2.1	Метрология, общие термины и определения.	5		2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
3	Базовые представления математической статистики, используемые в метрологии	6		3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 1-632
3.1	Базовые представления математической статистики, используемые в метрологии	6		3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
4	Неопределённость измерений	6		3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 326-658
4.1	Неопределённость измерений	6		3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	

5	Аналитические методы учёта неопределённостей измерений	7	3	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 1-325
5.1	Аналитические методы учёта неопределённостей измерений	7	3	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
6	Метрологически верная постановка эксперимента	6.7	3	-	-	-	-	-	-	-	3.7	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 659-813
6.1	Метрологически верная постановка эксперимента	6.7	3	-	-	-	-	-	-	-	3.7	-	
	Зачет	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>36.0</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>19.7</b>	-	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>36.0</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>19.7</b>	-	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Аналитические методы учёта неопределённостей измерений

##### 5.1. 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..

#### 6. Метрологически верная постановка эксперимента

##### 6.1. 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**

не предусмотрено

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

### **3.5 Консультации**

#### Текущий контроль (ТК)

1. Электронная аппаратура измерений, передачи и обработки информации, устройства преобразования электроэнергии.
2. Измерительная аппаратура: точность, случайная ошибка, математическое ожидание, отклонение результатов измерения. Измеритель, индикатор.
3. Теория вероятности и математическая статистика.
4. Стохастические процессы, эргодические случайные процессы. Неопределенная и случайная ошибка.
5. Аналитические методы учета неопределенности измерений.
6. Понятие эксперимента: постановка задачи эксперимента, обеспечение условий эксперимента, обработка результатов, корректность выводов.

### **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	
<b>Знать:</b>								
методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>					+	+	Контрольная работа/КМ 3 Аналитические методы учёта неопределённостей измерений
методы синтеза и исследования моделей	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>	+	+					Контрольная работа/КМ 1 Метрология, общие термины и определения.
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-2 <sub>ОПК-2</sub>			+	+			Контрольная работа/КМ 2 Базовые представления математической статистики, используемые в метрологии
<b>Уметь:</b>								
разрабатывать модели и совершенствовать методы математического моделирования приборов и технологических процессов с использованием современных информационных технологий	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>					+	+	Контрольная работа/КМ 3 Аналитические методы учёта неопределённостей измерений
ставить задачи и проводить методологический анализ научного исследования и его результатов	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub>			+	+			Контрольная работа/КМ 2 Базовые представления математической статистики, используемые в метрологии
осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>	+	+					Контрольная работа/КМ 1 Метрология, общие термины и определения.

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

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

**2 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ 1 Метрология, общие термины и определения. (Контрольная работа)
2. КМ 2 Базовые представления математической статистики, используемые в метрологии (Контрольная работа)
3. КМ 3 Аналитические методы учёта неопределённостей измерений (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет (Семестр №2)*

Оценка выставляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой структуре НИУ "МЭИ"

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

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

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

1. Розанов Ю. К., Рябчицкий М. В., Кваснюк А. А.- "Силовая электроника", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (632 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72283;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72283)
2. 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 .;
3. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для бакалавров, 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 . – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2012 . – 813 с. – (Бакалавр) . - ISBN 978-5-9916-1561-7 ..

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

### 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/>
4. База данных ВИНИТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-310, Учебная лаборатория "Гидроэнергетика"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, ноутбук, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-310, Учебная лаборатория "Гидроэнергетика"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, стол для совещаний, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, ноутбук, компьютер персональный, принтер, кондиционер, книги, учебники, пособия
Помещения для самостоятельной работы	Г-206, Аспирантская кафедры "ГВИЭ"	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Г-209, Преподавательская каф. "ГВИЭ"	стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, ноутбук, кондиционер, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-225, Кладовая кафедры "ГВИЭ"	стеллаж для хранения инвентаря, стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, наборы демонстрационного оборудования, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, запасные комплектующие для оборудования, сменные запчасти для ЭВМ

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы планирования, проведения и обработки результатов экспериментального исследования энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии

(название дисциплины)

### 2 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 КМ 1 Метрология, общие термины и определения. (Контрольная работа)  
 КМ-2 КМ 2 Базовые представления математической статистики, используемые в метрологии (Контрольная работа)  
 КМ-3 КМ 3 Аналитические методы учёта неопределённостей измерений (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	6	10	14
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	Аналитические методы учёта неопределённостей измерений				
5.1	Аналитические методы учёта неопределённостей измерений				+
6	Метрологически верная постановка эксперимента				
6.1	Метрологически верная постановка эксперимента				+
Вес КМ, %:			30	35	35