

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)

Утверждаю:
Проректор по учебной работе
Павлов В.Н.
« » 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МЕТРОЛОГИИ»
для подготовки аспирантов
по направлению
12.06.01 – «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и
технологии»
по направленностям «Приборы, системы и изделия медицинского
направления», «Приборы и методы контроля природной среды, веществ,
материалов и изделий», «Информационно-измерительные и управляющие
системы»

Санкт-Петербург

2017

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ учебного плана:	7912130, 7912173 7912160, 7912170	
Обеспечивающий факультет:	ФИБС	ФИБС
Обеспечивающая кафедра:	ИИСТ	ИИСТ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5	5
Курс	1	1
Семестр	1	1
Виды занятий		
Лекции (академ. часов)	36	2
Все аудиторные (контактные) занятия (академ. часов)	36	2
Самостоятельная работа (академ. часов)	144	178
Всего (академ. часов)	180	180
Вид промежуточной аттестации		
Дифференцированный зачет (семестр)	1	1

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИИСТ 31.08.2017, протокол № 8.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета ИБС 31.08.2017, протокол № 1.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МЕТРОЛОГИИ»

Рассматриваются современные подходы к формализованному описанию процедур, средств, условий и результатов измерений. Описание свойств погрешностей выполняется на основе вероятностного подхода. Рассматриваются основные методы метрологического анализа – расчетный на аналитической основе, с использованием машинного эксперимента (имитационного моделирования) и экспериментальный. Проводится систематический метрологический анализ типовых измерительных процедур – прямых и косвенных измерений, измерений с усреднением и итеративных измерений. Дается характеристика основных методов повышения точности измерений – управление характеристиками средств измерений, подавление случайных погрешностей с использованием усреднения, коррекция погрешностей.

SUBJECT SUMMARY

«BASIS OF MATHEMATICAL METROLOGY »

Modern approaches to the formalized description of procedures, means, conditions and measurement results are considered. The error properties are described on the basis of the probabilistic approach. The main methods of metrological analysis are considered - calculated on the analytical basis, using the computer experiment (simulation) and experimental. A systematic metrological analysis of typical measurement procedures is carried out - direct and indirect measurements, measurements with averaging and iterative measurements. The characteristics of the main methods for increasing the accuracy of measurements are given: control of the characteristics of measuring instruments, suppression of random errors using averaging, correction of errors.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Знать и понимать физические процессы в вакуумных и плазменных приборах и их конструктивно-технологические особенности.

2. Уметь проводить теоретический анализ, компьютерное моделирование и экспериментальные исследования физических процессов, лежащих в основе принципов работы электровакуумных, плазменных и рентгеновских приборов.

3. Владеть навыками самостоятельной работы с литературой; аппаратными и методическими средствами экспериментального исследования приборов и устройств.

Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина, приведен в матрице компетенций, прилагаемой к ООП.

Настоящая программа составлена на основе «Программы кандидатских экзаменов по истории и философии науки, иностранному языку и специальным дисциплинам», утвержденной приказом Минобрнауки России от 8 октября 2007 г. № 274 (зарегистрирован Минюстом России 19 октября 2007 г., регистрационный № 10363).

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Основы математической метрологии» относится к вариативной части ООП. Дисциплина преподается на основе знаний, полученных при освоении программы магистратуры или специалитета, и является фундаментом для подготовки кандидатской диссертации.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение (2 академ. часа)

Предмет дисциплины и ее задачи. Общее представление математических объектов и процедур. Аксиоматические основы математической метрологии. Элементы обобщенной теории измерений.

Тема 1. Исходные положения (22 академ. часов)

Эволюция средств и процедур измерений и состава необходимого математического обеспечения. Операторная и аналитико-алгоритмическая формы модели процедуры измерений. Модели входных воздействий, средств и условий измерений.

Тема 2. Классификация измерений (22 академ. часов)

Формы и виды измерительных преобразований, основные и вспомогательные измерительные преобразования. Классификационные признаки процедур измерений. Прямые и косвенные измерения, измерения без усреднения и с усреднением, не итеративные и итеративные измерения. 8 типовых измерительных процедур.

Тема 3. Погрешности результатов измерений и их вероятностные характеристики (28 академ. часов)

Определение и классификация погрешностей результатов измерений: методические и инструментальные, систематические и случайные, статические и динамические, стабильные и не стабильные, статистические, абсолютные и относительные. Компоненты полной погрешности, обусловленные отличием реализуемых элементарных измерительных преобразований от гипотетических. Ансамбли и выборки погрешностей. Вероятностные характеристики погрешностей и их оценки.

Тема 4. Оценивание погрешностей и их вероятностных характеристик (38 академ. часов)

Аналитическое описание погрешностей и расчетное оценивание их вероятностных характеристик. Оценивание погрешностей и их

вероятностных характеристик с использованием имитационного моделирования. Оценивание погрешностей и их вероятностных характеристик с использованием метрологического эксперимента. Комбинированные методы оценивания погрешностей и их вероятностных характеристик.

Тема 5. Базовое алгоритмическое обеспечение метрологического анализа (24 академ. часов)

Анализ простейшей измерительной процедуры (аналого-цифровое преобразование). Основные вероятностные характеристики: математическое ожидание (систематическая погрешность), корень квадратный из дисперсии (среднее квадратическое отклонение погрешности), интервальная вероятность (вероятность попадания погрешности в установленный интервал). Последовательный метрологический анализ типовых измерительных процедур. Достоверность результатов метрологического анализа.

Тема 6. Повышение точности измерений (26 академ. часов)

Основные алгоритмические методы повышения точности: управление (выбор) характеристиками измерительных преобразователей, коррекция систематических и стабильных погрешностей результатов измерений, фильтрация не стабильных погрешностей, адаптация. Понятие о потенциальной точности измерений.

Тема 7. Идентификация (измерение) зависимостей (16 академ. часов)

Последовательное выполнение совместных измерений аргумента и функции и аппроксимация зависимости по результатам совместных измерений – базовая процедура идентификации (измерения) зависимости. Определение погрешностей результатов идентификации зависимости. Числовое и функциональное представление погрешностей результатов идентификации зависимости. Вероятностные характеристики погрешностей результатов идентификации зависимости.

Заключение (2 академ. часа)

Проблемы и перспективы дальнейшего развития математической метрологии.

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы,
необходимой для освоения дисциплины**

№	Название, библиографическое описание	Семестр	К-во экз. в библиот. (на каф.)
Основная литература			
1	Цветков Э.И. Метрология. Модели, метрологический анализ, метрологический синтез. Изд. СПб ГЭТУ ЛЭТИ, 2014	1	10 (3)
Дополнительная литература			
1	Цветков Э.И. Основы математической метрологии. Изд. Политехника, СПб, 2005	1	50(3)

Зав. отделом учебной литературы

Т.В. Киселева

Т.В. Киселева

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет», используемых при освоении дисциплины**

№	Электронный адрес
1	https://books.google.ru/books?id=io36-F1cPu8C&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false (Analog Electronics with Op-amps: A Source Book of Practical Circuits)
2	Среда разработки приложений LabVIEW. http://russia.ni.com/labview

Информационные технологии (операционные системы, программное обеспечение общего и специализированного назначения, а также информационные справочные системы) и материально-техническая база, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, соответствуют требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Описание информационных технологий и материально-технической базы приведено в УМКД дисциплины.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплин (содержащиеся в ООП) доводятся до сведения обучающихся на первом занятии.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчик

д.т.н., проф..



Цветков Э.И.

Рецензент

д.т.н., проф..



Антонюк Е.М.

Зав. каф. ИИСТ

д.т.н., проф.



Алексеев В.В.

Декан ФИБС

д.т.н., доц.



Боронахин А.М.

Согласовано

Председатель УМК ФИПС

к.т.н., доц.



Буканин В.А.

Начальник МО

д.т.н., проф.



Грязнов А.Ю.

Зав. ОДА

к.ф.-м.н.



Кучерова О.В.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№	Дата	Изменение	Дата заседания УМК, № прот-ла	Автор	Нач. МО
1					