

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ

КАФЕДРА ФИЗИКИ МИКРО- И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 03/3-21

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ ПРИКЛАДНОЙ СТАТИСТИКИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
2	3	108	15	15	0		42	0	Э
Итого	3	108	15	15	0	0	42	0	

АННОТАЦИЯ

Учебная задача курса «Методы прикладной статистики в электронике» - дать основные представления о методах и математическом аппарате прикладного статистического анализа применительно к различным научно-техническим приложениям.

В курсе «Методы прикладной статистики в электронике» закрепляются основные положения теории вероятностей и теории случайных процессов, необходимые для усвоения основного содержания дисциплины; изучаются основные положения математической статистики: статистические выборки, оценка параметров распределения, проверка статистических гипотез, статистические связи, включая корреляционный, регрессионный, дисперсионный анализ.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины "Методы прикладной статистики в электронике" является приобретение навыков и усвоение методов обработки результатов физического эксперимента.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Профессиональный модуль, дисциплина по выбору

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для	материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, математические	ПК-2.1 [1] - Способен применять методы, концепции, модели экспериментальной физики конденсированного состояния вещества, физики микро- и	З-ПК-2.1[1] - Знать: законы, концепции, экспериментальные методы и модели экспериментальной физики конденсированного состояния вещества,

<p>исполнителей; сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; разработка методики, проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов; использование физических эффектов при разработке новых методов исследований и изготовлении макетов измерительных систем; разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере; подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары; фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности</p>	<p>модели</p>	<p>наносистем, фотоники для создания и эксплуатации элементов и устройств, функционирующих на принципах опто- и наноэлектроники, нанофотоники</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.006</p>	<p>лазерной физики, физики микро- и наносистем, принципы функционирования элементов и устройств фотоники, оптоэлектроники и наноэлектроники ; У-ПК-2.1[1] - Уметь: анализировать научно-техническую проблему, поставленную научно-техническую и технологическую задачу в области физики конденсированного состояния вещества, физики наноструктур, нанофотоники и предлагать возможные пути их решения; В-ПК-2.1[1] - Владеть: навыками экспериментальной работы на специализированном научном оборудовании и устройствах в области нанофотоники, физики наноструктур, лазерной физики, опто- и наноэлектроники, моделирования с использованием существующих программных пакетов и численных расчетов применительно к поставленной задаче</p>
<p>разработка рабочих</p>	<p>материалы,</p>	<p>ПК-6 [1] - способен</p>	<p>3-ПК-6[1] - Знать:</p>

<p>планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей; сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; разработка методики, проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов; использование физических эффектов при разработке новых методов исследований и изготовлении макетов измерительных систем; разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере; подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление</p>	<p>компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, математические модели</p>	<p>использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического и компьютерного моделирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>основные законы высшей математики, физики конденсированных сред и других естественнонаучных дисциплин. ; У-ПК-6[1] - Уметь: использовать основные законы физики конденсированных сред, методы высшей математики в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях по электронике и наноэлектронике. ; В-ПК-6[1] - Владеть: навыками математического и компьютерного моделирования в исследованиях по электронике и наноэлектронике.</p>
--	--	--	---

докладов на научные конференции и семинары; фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности			
---	--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Введение, теория вероятностей, случайные процессы	1-8	8/8/0		25	КИ-8	3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1
2	Статистика	9-15	7/7/0		25	КИ-15	3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		15/15/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	Э	3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	15	15	0
1-8	Введение, теория вероятностей, случайные процессы	8	8	0
	Тема 1 Роль прикладного статистического анализа в современной физике и технике. Прикладные задачи математической статистики. Примеры практических задач и методов их решения. Основные положения теории вероятностей. Случайные события, вероятность. Основные теоремы теории вероятностей. Теорема Байеса.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Тема 2 Случайные величины и их описание. Дискретные и непрерывные случайные величины. Функция распределения, плотность вероятности и характеристическая функция. Числовые характеристики.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Тема 3 Законы распределения случайных величин. Биномиальное распределение. Гауссово (нормальное) распределение. Распределение Пуассона. Гамма распределение. Совокупность двух случайных величин. Совместное распределение вероятностей двух случайных величин. Условная функция распределения. Моменты двумерной случайной величины	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Тема 4 Функции от случайных величин. Функциональные преобразования плотностей вероятностей.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Тема 5 Случайные процессы. Стационарные случайные процессы, Эргодическое свойство. Ковариационная функция и спектральная плотность стационарного случайного процесса. Взаимная корреляционная функция и взаимная спектральная плотность. Функция когерентности. Взаимосвязь случайных процессов на входе и выходе линейной динамической системы. Линейные системы со многими входами.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Тема 6 Выборочный метод. Выборка. Эмпирическая функция распределения и гистограмма. Выборочные моменты.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		

		0	0	0
9-15	Статистика	7	7	0
	Тема 7 Статистические оценки параметров распределений. Сущность задачи оценки параметров распределений. Точечные оценки и их свойства. Байесовские оценки. Метод моментов. Метод максимального правдоподобия. Метод хи-квадрат. Оценки параметров одномерного и многомерного гауссовых распределений. Оценки дисперсии, корреляционной функции, спектральной плотности случайных процессов. Оценка взаимной корреляции и когерентности процессов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Тема 8 Интервальное оценивание. Сущность интервального оценивания. Интервальное оценивание при неизвестном априорном распределении параметра. Оценка среднего гауссовой случайной величины при известной дисперсии. Оценка дисперсии гауссовой случайной величины при известном среднем. Распределение хи-квадрат. Число степеней свободы. Совместная оценка среднего и дисперсии гауссовой случайной величины. t-распределение (Стьюдента). Доверительный интервал для отношения выборочных дисперсий. Гипергеометрическое распределение (F-распределение).	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Тема 9 Проверка статистических гипотез. Примеры практических задач. Проверка простых гипотез. Критерий Байеса. Критерий Неймана-Пирсона. Сложные гипотезы. Примеры решения прикладных задач. Проверка гипотез о виде распределений (критерии согласия). Критерий Пирсона (хи-квадрат). Критерий Колмогорова. Проверка гипотез об однородности распределений. Порядковые статистики.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Тема 10 Ранговые методы исследования статистических связей. Коэффициент ранговой корреляции, коэффициент конкордации.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Тема 11 Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ. Линейная среднеквадратическая регрессия. Выборочная среднеквадратическая регрессия.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
	Тема 12 Дисперсионный анализ.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал

ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
	Тема 1 Роль прикладного статистического анализа в современной физике и технике. Прикладные задачи математической статистики. Примеры практических задач и методов их решения. Основные положения теории вероятностей. Случайные события, вероятность. Основные теоремы теории вероятностей. Теорема Байеса.
	Тема 2 Случайные величины и их описание. Дискретные и непрерывные случайные величины. Функция распределения, плотность вероятности и характеристическая функция. Числовые характеристики.
	Тема 3 Законы распределения случайных величин. Биномиальное распределение. Гауссово (нормальное) распределение. Распределение Пуассона. Гамма распределение. Совокупность двух случайных величин. Совместное распределение вероятностей двух случайных величин. Условная функция распределения. Моменты двумерной случайной величины
	Тема 4 Функции от случайных величин. Функциональные преобразования плотностей вероятностей.
	Тема 5 Случайные процессы. Стационарные случайные процессы, Эргодическое свойство. Ковариационная функция и спектральная плотность стационарного случайного процесса. Взаимная корреляционная функция и взаимная спектральная плотность. Функция когерентности. Взаимосвязь случайных процессов на входе и выходе линейной динамической системы. Линейные системы со многими входами.
	Тема 6 Выборочный метод. Выборка. Эмпирическая функция распределения и гистограмма. Выборочные моменты.
	Тема 7 Статистические оценки параметров распределений. Сущность задачи оценки параметров распределений. Точечные оценки и их свойства. Байесовские оценки. Метод моментов. Метод максимального правдоподобия.

	Метод хи-квадрат. Оценки параметров одномерного и многомерного гауссовых распределений. Оценки дисперсии, корреляционной функции, спектральной плотности случайных процессов. Оценка взаимной корреляции и когерентности процессов.
	Тема 8 Интервальное оценивание. Сущность интервального оценивания. Интервальное оценивание при неизвестном априорном распределении параметра. Оценка среднего гауссовой случайной величины при известной дисперсии. Оценка дисперсии гауссовой случайной величины при известном среднем. Распределение хи-квадрат. Число степеней свободы. Совместная оценка среднего и дисперсии гауссовой случайной величины. t-распределение (Стьюдента). Доверительный интервал для отношения выборочных дисперсий. Гипергеометрическое распределение (F-распределение).
	Тема 9 Проверка статистических гипотез. Примеры практических задач. Проверка простых гипотез. Критерий Байеса. Критерий Неймана-Пирсона. Сложные гипотезы. Примеры решения прикладных задач. Проверка гипотез о виде распределений (критерии согласия). Критерий Пирсона (хи-квадрат). Критерий Колмогорова. Проверка гипотез об однородности распределений. Порядковые статистики.
	Тема 10 Ранговые методы исследования статистических связей. Коэффициент ранговой корреляции, коэффициент конкордации.
	Тема 11 Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ. Линейная среднеквадратическая регрессия. Выборочная среднеквадратическая регрессия.
	Тема 12 Дисперсионный анализ.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Используются современные предметно- и личностно-ориентированные образовательные технологии

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-2.1	З-ПК-2.1	Э, КИ-8
	У-ПК-2.1	Э, КИ-8
	В-ПК-2.1	Э, КИ-8
ПК-6	З-ПК-6	Э, КИ-15
	У-ПК-6	Э, КИ-15
	В-ПК-6	Э, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Р 35 Математическое моделирование : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2022
2. 519 X 17 Теория вероятностей, математическая статистика и анализ данных. Основы теории и практика на компьютере. Statistica. Excel. Более 150 примеров решения задач : учеб. пособие, Москва: URSS, 2017
3. ЭИ П63 Теория вероятностей и математическая статистика (Ч.1) , , Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
4. ЭИ П63 Теория вероятностей и математическая статистика (Ч.2) , , Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
5. 519 K85 Метрический анализ и обработка данных : учебное пособие, А. В. Крянев , Г. В. Лукин, Москва: Физматлит, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 M77 Вероятность и статистика : учебное пособие для втузов, Москва: Бинوم. Лаборатория знаний, 2012
2. 519 K55 Прикладная математическая статистика для инженеров и научных работников : , А. И. Кобзарь, Москва: Физматлит, 2006

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Цель методических рекомендаций для студента – облегчение и ускорение процесса изучения дисциплины "Методы прикладной статистики в электронике".

В силу большого объема изучаемого материала и ограниченного количества занятий с целью углубления знаний по дисциплине предусмотрена самостоятельная работа студента с использованием основной и дополнительной литературы.

• Основная литература:

1. Теория вероятностей и математическая статистика (Ч.1), Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
2. Теория вероятностей и математическая статистика (Ч.2), Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
3. Метрический анализ и обработка данных: учебное пособие, А. В. Крянев, Г. В. Лукин, Москва: Физматлит, 2012

• Дополнительная литература:

1. Вероятность и статистика: учебное пособие для вузов, Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2012

2. Прикладная математическая статистика для инженеров и научных работников, А. И. Кобзарь, Москва: Физматлит, 2006

Следует также при работе с материалом пользоваться интернет-ресурсами, часть из которых приводится ниже:

<http://www.nanometer.ru/>

<http://www.nanoworld.org/russian/library.html>

<http://www.ntmdt.ru>

<http://www.nanoobr.ru/>

<http://www.rusnanoforum.ru/>

<http://nano-info.ru/>

<http://www.portalnano.ru/>

<http://www.nanonewsnet.ru/>

<http://www.rosnano.ru/>

<http://e-learning.nanoobr.ru/>

Планирование времени на самостоятельную работу лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Одобряется обращаться к преподавателю за консультациями.

Контроль успеваемости, предусмотренный программой дисциплины, осуществляется путем тестирования, которое проводится 2 раза в семестр. Ответы на вопросы для текущего контроля должны показывать уверенное владение материалом из соответствующей темы.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Многие из магистрантов закончили региональные университеты, в которых уровень преподавания атомно-ядерной физики в рамках курса «Общей физики» сильно отличается от стандарта НИЯУ МИФИ. Поэтому при изложении материала необходимо особое внимание уделить вводным разделам. Лекции должны сопровождаться наглядным иллюстративным материалом, в частности, с использованием компьютерных технологий. Следует уделить особое внимание практическим расчетам, выполняемым самими студентами при работе над текущими заданиями. Допускается использование студентами справочных материалов, необходимых для проведения численных расчетов. Формулировку практических заданий следует выполнять подробно, а так же допускать использование интернет-ресурсов при работе над заданиями.

Текущий контроль успеваемости осуществляется путем тестирования, которое проводится 2 раза в семестр. Ответы на вопросы для текущего контроля должны показывать уверенное владение материалом из соответствующей темы

Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для более эффективного усвоения материала необходимо поощрять самостоятельную работу студентов, в том числе с интернет-ресурсами.

Автор(ы):

Максимов Евгений Михайлович