МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра радиофизики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
_____ / Н.М. Буднев
"14" апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины (модуля): ФТД.01 Компьютерная обработка экспериментальных исследований

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки: Экспериментальная физика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 49 от «26» марта 2025 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
_____ Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и космической физики
Протокол № 8
от «24» марта 2025 г.
Зав.кафедрой д.ф.-м.н., профессор
_____ Паперный В.Л.

Иркутск 2025 г.

Содержание

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):.....3
II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО 3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....3
IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ 5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов 5
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы (в том числе КСР) обучающихся по дисциплине 6
4.3.Содержание учебного материала 7
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....
.....8
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС) 9
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....9
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 10
VI.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 10
6.1. Учебно-лабораторное оборудование: 10
6.2. Программное обеспечение:.....11
6.3. Технические и электронные средства:.....11
VII.ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 11
VIII.ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 11

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика по своей сути является экспериментальной наукой, а основу научной и инженерной деятельности составляет получение, обработка и интерпретация данных экспериментальных исследований. В некоторых случаях возможно непосредственное измерение изучаемой величины. Однако гораздо чаще измерения опосредованы или являются результатом нескольких процессов. В подобных случаях применение статистических методов обработки данных экспериментальных исследований носит принципиальный характер. Мало просто получить и накопить результаты измерений, требуется еще, и выделить из них физически-значимую информацию.

Цели курса

1) изучение теоретических основ статистических методов обработки экспериментальных данных;

2) освоение современных программных инструментальных средств обработки.

Задачи курса

1) формирование и развитие навыков программирования на языках C/C++/CINT(ROOT);

2) формирование умений и навыков использования программных инструментальных средств среды обработки физических данных ROOT/CERN;

3) формирование умений и навыков построения и вычисления статистик физически-значимых величин.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Компьютерная обработка данных экспериментальных исследований» входит в факультативную часть ОПОП. Изучение разделов курса предполагает использование полученных основных знаний, умений и компетенций на последующем уровне образования.

Для изучения дисциплины, необходимы знания и умения из читаемых дисциплин «Математический анализ» и «Численные методы и программирование».

Для изучения дисциплины, необходимы знания и умения из читаемой дисциплины «Теория вероятности и математическая статистика».

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции ОПК-3 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности) 03.03.02 Физика

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-3 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИДК$_{ОПК3.3}$ Использует современные информационные технологии для исследования и моделирования физических явлений и процессов в сфере своей	***Знать:*** теоретические основы статистических методов обработки экспериментальных данных. ***Уметь:*** формировать и вычислять статистические параметры экспериментальных данных.

	профессиональной деятельности	***Владеть:*** современными программными инструментальными средствами, применяемыми для обработки экспериментальных данных, в том числе при синтезе и анализе методы цифровой обработки.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часов,
Форма промежуточной аттестации: зачет

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа (в том числе, внеаудиторная СР, КСР)	
					Лекция	практическое занятие	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Вероятностный и статистический подходы к обработке экспериментальных данных.	4	6,6		2	4	0,1	0,5	Задание на ПЗ в виде задач
2	Тема 2. Дискретные распределения.	4	6,6		2	4	0,1	0,5	Задание на ПЗ в виде задач
3	Тема 3. Непрерывные распределения.	4	6,6		2	4	0,1	0,5	Задание на ПЗ в виде задач
4	Тема 4. Моменты случайной величины.	4	6,6		2	4	0,1	0,5	Задание на ПЗ в виде задач
5	Тема 5. Оценка параметров распределения.	4	6,6		2	4	0,1	0,5	Задание на ПЗ в виде задач
6	Тема 6. Проверка гипотез.	4	6,6		2	4	0,1	0,5	Задание на ПЗ в виде задач

7	Тема 7. Распределение Хи-квадрат.	4	7,1		2	4	0,1	1	Задание на ПЗ в виде задач
8	Тема 8. Распределение Стьюдента.	4	7,1		2	4	0,1	1	Задание на ПЗ в виде задач
9	Тема 9. Распределение Беренса-Фишера-Снедекора.	4	7,1		2	4	0,1	1	Задание на ПЗ в виде задач
10	Тема 10. Дисперсионный анализ.	4	7,1		2	4	0,1	1	Задание на ПЗ в виде задач
	КСР		2						
	КОнтроль		2						
	ИТОГО		**72**		20	40	1	7	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы (в том числе КСР) обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 1. Вероятностный и статистический подходы к обработке экспериментальных данных.	Работа с учебником, справочной литературой, конспектом	1 нед.	0,5	Задание на ПЗ в виде задач	Конспект, рекомендуемая литература
2	Тема 2. Дискретные распределения.		2-3 нед.	0,5		
3	Тема 3. Непрерывные распределения.		3-4 нед.	0,5		
4	Тема 4. Моменты случайной величины.		5-6 нед.	0,5		
5	Тема 5. Оценка параметров распределения.		7-8 нед.	0,5		
6	Тема 6. Проверка гипотез.		9-10 нед.	0,5		
7	Тема 7. Распределение Хи-квадрат.		11-12 нед.	1		
8	Тема 8. Распределение Стьюдента.		13-14 нед.	1		
9	Тема 9. Распределение Беренса-Фишера-Снедекора.		15-17 нед.	1		
10	Тема 10. Дисперсионный анализ.		18-20 нед.	1		
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине				**7**		

4.3. Содержание учебного материала

Тема 1. Вероятностный и статистический подходы к обработке экспериментальных данных.

Основная задача теории вероятностей. Основная задача математической статистики. Комбинаторный, частотный и современный подходы. Условная вероятность и независимость экспериментальных значений. Функции распределения и плотности вероятности. Вычисление математического ожидания, медианы, моды, дисперсии, асимметрии, эксцесса, информационной энтропии.

Тема 2. Дискретные распределения.

Физические процессы, описываемые дискретными распределениями. Распределения Пуассона и биномиальное. Предельный переход, связь с нормальным распределением. Способы вычисления и основные алгоритмы. Сходимость вычислительного процесса. Вычисление гамма-функции. Приближение Стирлинга. Баланс между точностью и временем вычисления.

Тема 3. Непрерывные распределения.

Нормальное, равномерное и линейное распределения. Распределение Коши (Брейта-Вигнера). Гамма-распределение. Линейный конгруэнтный метод. Варианты преобразования Бокса-Мюллера. Центральная предельная теорема. Схема алгоритма вычисления эмпирической функции распределения.

Тема 4. Моменты случайной величины.

Начальный и центральный моменты N-го порядка. Вычисление параметров распределения через моменты. Производящие функции моментов. ПФМ суммы величин. Производящие функции вероятности. Свойства ПФМ и ПФВ. Семи-инварианты. Вычисление моментов через производные ПФМ и ПФВ. Характеристическая функция. Распределение для функции случайной величины. Правило переноса ошибок. Генерация случайной величины с заданной плотностью вероятности.

Тема 5. Оценка параметров распределения.

Состоятельные и несмещенные оценки. Точечные и интервальные оценки. Поведение крайних значений и выборочного среднего. Закон повторного логарифма. Поведение эмпирической функции распределения. Распределение Колмогорова-Смирнова. Функция правдоподобия. Оценки методом наименьших квадратов и методом максимального правдоподобия. Отличия оценок МНК и ММП на больших и малых выборках.

Тема 6. Проверка гипотез.

Основная схема сравнения экспериментальных данных с теоретическим предсказанием. Эмпирические статистики и теоретические квантили, квартили, процентили. Нулевая гипотеза. Ошибки первого и второго рода. Критерии согласия. Уровень значимости и мощность критерия. Односторонние и двусторонние критерии. Связь квантилей в обоих случая. Доверительный интервал.

Тема 7. Распределение Хи-квадрат.

Плотность, параметры, характеристики, интегральное распределение. Количество степеней свободы. Распределение статистики суммы двух величин. Связь с нормальным законом. Группирование экспериментальных данных. Критерий согласия Пирсона. Статистика проверки соответствия выборки известному теоретическому закону. Случай неизвестных параметров. Зависимость результата от способа группирования и количества интервалов.

Тема 8. Распределение Стьюдента.

Плотность, параметры, характеристики. Количество степеней свободы. Предельный переход к нормальному закону. Статистика для 1-выборочного t-критерия. 2-выборочный t-критерий для независимых выборок. Случаи одинаковых и различных дисперсий. Оценка количества степеней свободы в случае разных дисперсий. Вариант зависимых выборок.

Тема 9. Распределение Беренса-Фишера-Снедекора.

Функция плотности вероятности и распределение отношения сумм квадратов двух независимых величин. Поведение матожидания, дисперсии и моды распределения. Свойство предельного перехода. Соотношение для квантилей распределения. F-тест на равенство дисперсий.

Тема 10. Дисперсионный анализ.

Поиск зависимостей в экспериментальных данных. Исследование влияния фактора на измеряемую величину. Уровни фактора. Остаточная и межгрупповая дисперсии. Случай нескольких факторов. Степени свободы в многофакторном анализе. Дисперсия взаимодействия.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы) *
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Т1	Вероятностный и статистический подходы к обработке экспериментальных данных.	4		Задание на ПЗ в виде задач	ОПК-3 ИДК$_{ОПК3.3}$
2	Т2	Дискретные распределения.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
3	Т3	Непрерывные распределения.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
4	Т4	Моменты случайной величины.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
5	Т5	Оценка параметров распределения.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
6	Т6	Проверка гипотез.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
7	Т7	Распределение Хи-квадрат.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
8	Т8	Распределение Стьюдента.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
9	Т9	Распределение Беренса-Фишера-Снедекора.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
10	Т10	Дисперсионный анализ.	4		Задание на ПЗ в виде задач	

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Вероятностный и статистический подходы к обработке экспериментальных данных.	Осмысление материала лекций. Подготовка к практическим занятиям.	ОПК-3	$ИДК_{ОПК-3.3}$
2	Тема 2. Дискретные распределения.	Осмысление материала лекций. Подготовка к практическим занятиям.		
3	Тема 3. Непрерывные распределения.	Осмысление материала лекций. Подготовка к практическим занятиям.		
4	Тема 4. Моменты случайной величины.	Осмысление материала лекций. Подготовка к практическим занятиям.		
5	Тема 5. Оценка параметров распределения.	Осмысление материала лекций. Подготовка к практическим занятиям.		
6	Тема 6. Проверка гипотез.	Осмысление материала лекций. Подготовка к практическим занятиям.		
7	Тема 7. Распределение Хи-квадрат.	Осмысление материала лекций. Подготовка к практическим занятиям.		
8	Тема 8. Распределение Стьюдента.	Осмысление материала лекций. Подготовка к практическим занятиям.		
9	Тема 9. Распределение Беренса-Фишера-Снедекора.	Осмысление материала лекций. Подготовка к практическим занятиям.		
10	Тема 10. Дисперсионный анализ.	Осмысление материала лекций. Подготовка к практическим занятиям.		

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа бакалавров – индивидуальная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя, в ходе которой бакалавр активно воспринимает, осмысливает полученную информацию, решает теоретические и практические задачи, готовится к защите практических работ.

4.4. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебным планом не предусмотрено написание курсовых работ.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает доступ к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины (модуля).

Библиотечный фонд укомплектован печатными зданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

а) перечень литературы

1. Третьяк, Л. Н. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных : учебное пособие для вузов / Л. Н. Третьяк, А. Л. Воробьев ; под общей редакцией Л. Н. Третьяк. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 237 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08623-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/515069
2. Основы математической обработки информации : учебник и практикум для вузов / Н. Л. Стефанова, Н. В. Кочуренко, В. И. Снегурова, О. В. Харитонова ; под общей редакцией Н. Л. Стефановой. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 218 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01267-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/511721

б) периодические издания

в) список авторских методических разработок:

Методические рекомендации для выполнения практических работ.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ИГУ *http://library.isu.ru/ru/resources/edu_resources/index.html*
2. БД книг и продолжающихся изданий http://ellibnb.library.isu.ru/cgi-bin/irbis64r_15/cgiirbis_64.htm?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IRCAT&P21DBN=IRCAT
3. Электронный читальный зал «БиблиоТех» https://isu.bibliotech.ru/
4. Электронная библиотечная система «Издательство «Лань» http://e.lanbook.com
5. Электронная библиотечная система «РУКОНТ» http://rucont.ru

VI.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Аудитория для проведения лекционных и семинарских занятий 328. Посадочных мест – 54. Оборудование: Стол преподавателя -1; Стул -3; Парты -6; Парты со скамьями -22; Скамьи -4; Доска меловая -1.

Аудитория (лаборатория) для проведения лабораторных, семинарских занятий 313. Оборудование : Жалюзи -2; Моноблок -11; Мышь компьютерная -11; Клавиатура - 11; Стол на колесах -8; Стол лабораторный -8; Стол преподавателя -1; Шкаф-1; Стеллаж-1; Стационарный проектор с ПУ -1; Доска маркерная белая -1; Экран проекционный стационарный, белый -1; Стулья -28; Шкаф подвесной для сетевого оборудования -1; Светильник светодиодный -12; Раковина -1; Урна – 1; Огнетушитель -1.

6.2. Программное обеспечение:

1. ABBY PDF Transformer 3.0 Пакет из 10 неименных лицензий Per Seat (10лиц.) EDU. Код позиции: AT30-1S1P10-102 Котировка № 03-165-11 от 23.11.2011. Бессрочно.
2. Microsoft OfficeProPlus 2013 RUS OLP NL Acdmc. Контракт № 03-013-14 от 08.10.2014.Номер Лицензии Microsoft 45936786. Бессрочно.
3. WinPro10 Rus Upgrd OLP NL Acdmc. Сублицензионный договор № 502 от 03.03.2017 Счет № ФРЗ- 0003367 от 03.03.2017 Акт № 4496 от 03.03.2017 Лицензия № 68203568. Бессрочно.
4. Kaspersky Free (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: http://www.kaspersky.ru/free-antivirus/ . Бессрочно.

6.3. Технические и электронные средства:

Мультимедийный проектор, экран (по необходимости), меловая или маркерная доска.

VII.ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

На лекциях используются активные методы обучения (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций). Практические работы проводятся с использованием ПЭВМ, специализированных стендов с последующей защитой.

Задачи изложения и изучения дисциплины реализуются в следующих формах деятельности:

- практические занятия, направленные на активизацию познавательной деятельности студентов и приобретения ими навыков решения задач;
- консультации – еженедельно для всех желающих студентов;
- самостоятельная внеаудиторная работа направлена на приобретение навыков самостоятельного решения задач по дисциплине.

VIII.ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Текущий контроль реализуется при сдаче решенных заданий на практических занятий.. Текущий контроль направлен на выявление сформированности компетенции ПК-3.

Контроль качества освоения дисциплины (модуля) включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки.

Форма промежуточного контроля – зачет. Зачет выставляется по итогам изучения дисциплины в течение семестра при условии положительных результатов защиты всех практических работ, предусмотренных программой.

Промежуточная аттестация направлена на проверку сформированности компетенций ПК-3 и проводится в форме зачета.

Примерный перечень вопросов к зачету:

1) Основная задача теории вероятностей. Основная задача математической статистики. Комбинаторный, частотный и современный подходы.
2) Условная вероятность и независимость экспериментальных значений. Функции

распределения и плотности вероятности.

3) Вычисление математического ожидания, медианы, моды, дисперсии, асимметрии, эксцесса, информационной энтропии.

4) Физические процессы, описываемые дискретными распределениями.

5) Распределения Пуассона и биномиальное. Предельный переход, связь с нормальным распределением. Способы вычисления и основные алгоритмы. Сходимость вычислительного процесса.

6) Вычисление гамма-функции. Приближение Стирлинга. Баланс между точностью и временем вычисления.

7) Нормальное, равномерное и линейное распределения.

8) Распределение Коши (Брейта-Вигнера).

9) Гамма-распределение.

10) Линейный конгруэнтный метод. Варианты преобразования Бокса-Мюллера.

11) Центральная предельная теорема.

12) Начальный и центральный моменты N-го порядка. Вычисление параметров распределения через моменты. Производящие функции моментов.

13) ПФМ суммы величин. Производящие функции вероятности. Свойства ПФМ и ПФВ. Семи-инварианты. Вычисление моментов через производные ПФМ и ПФВ.

14) Характеристическая функция. Распределение для функции случайной величины.

15) Правило переноса ошибок. Генерация случайной величины с заданной плотностью вероятности.

16) Состоятельные и несмещенные оценки. Точечные и интервальные оценки. Поведение крайних значений и выборочного среднего.

17) Закон повторного логарифма. Поведение эмпирической функции распределения.

18) Распределение Колмогорова-Смирнова. Функция правдоподобия.

19) Оценки методом наименьших квадратов и методом максимального правдоподобия. Отличия оценок МНК и ММП на больших и малых выборках.

20) Количество информации по Фишеру. Сходимость и оптимальность оценки ММП. Скорость сходимости.

21) Неравенство Крамера-Рао. Асимптотическая эффективность. Достаточные (исчерпывающие) статистики.

22) Основная схема сравнения экспериментальных данных с теоретическим предсказанием. Эмпирические статистики и теоретические квантили, квартили, процентили.

23) Нулевая гипотеза. Ошибки первого и второго рода. Критерии согласия.

24) Плотность, параметры, характеристики, интегральное распределение. Количество степеней свободы. Распределение статистики суммы двух величин. Связь с нормальным законом.

25) Группирование экспериментальных данных. Критерий согласия Пирсона. Статистика проверки соответствия выборки известному теоретическому закону.

26) Распределение Стьюдента: плотность, параметры, характеристики. Количество степеней свободы. Предельный переход к нормальному закону.

Разработчик:

доцент кафедры теоретической физики С.В. Ловцов

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники
«24» февраля 2025 г. протокол № 8

И.О. зав. кафедрой _____ Колесник С.Н.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.