



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра общей и экспериментальной физики

Кафедра общей и космической физики



УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

/Н.М. Буднев

“ 17 ” марта 2026 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 № 53 от «17» марта 2026 г.

Председатель  Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой радиофизики и радиоэлектроники:

Протокол № 8 от «26» февраля 2026 г.

И.О. зав. кафедрой  Колесник С.Н.

Иркутск 2026 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, процентиля. Нулевая гипотеза. Ошибки первого и второго рода. Критерии согласия. Уровень значимости и мощность критерия. Односторонние и двусторонние критерии. Связь квантилей в обоих случаях. 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 математического ожидания, 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	T1	Вероятностный и статистический подходы к обработке экспериментальных данных.	4		Задание на ПЗ в виде задач	ОПК-3 ИДКОПК3.3
2	T2	Дискретные распределения.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
3	T3	Непрерывные распределения.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
4	T4	Моменты случайной величины.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
5	T5	Оценка параметров распределения.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
6	T6	Проверка гипотез.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
7	T7	Распределение Хи-квадрат.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
8	T8	Распределение Стьюдента.	4		Задание на ПЗ в виде задач	
9	T9	Распределение Беренса-Фишера-Снедекора.	4		Задание на ПЗ в виде задач	

10	T10	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.

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 занятиях.. 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 ОПК-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, процентиля.
- 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 2026 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.