

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**и.о. директора физтех-школы  
физики и исследований им.  
Ландау**

**А.А. Воронов**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Статистические методы обработки данных
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий Физтех-школа природоподобных, плазменных и ядерных технологий им. И.В. Курчатова кафедра физики высоких энергий
<b>курс:</b>	4
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: А.Г. Мягков, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры физики высоких энергий 25.05.2020

## Аннотация

Курс направлен на изучение базовых основ теории вероятностей и математической статистики в применении к задачам физики высоких энергий. Рассматриваются распределения вероятностей, наиболее часто встречающиеся при проведении анализа. Подробно изучаются вопросы точности измерений и методы получения оценок параметров. В курсе рассматриваются различные критерии согласия и проверки гипотез. Особое внимание уделяется процедуре определения пределов на сечения новых процессов по экспериментальным данным.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

Целями освоения данной учебной дисциплины являются овладение методами получения оценок параметров и проверки гипотез в процессе анализа экспериментальных данных.

#### Задачи дисциплины

Основная задача этого курса – практическое освоение методами статистического анализа данных и их применения к задачам физики высоких энергий. Курс предназначен для студентов - экспериментаторов по физике высоких энергий, а также других специальностей.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Содержание дисциплины, соответствующую терминологию и понятийный аппарат, а также основные методы статистического анализа и существующие проблемы.

уметь:

Провести простейший статистический анализ данных, получить значение верхнего предела при оценке сигнала.

владеть:

Методами выбора оптимальной стратегии анализа данных, продемонстрировать с помощью компьютерных средств технику проведения статистической обработки образца данных.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Основные понятия теории вероятностей. Распределения вероятностей. Дискретные распределения.	10	10		10
2	Информация. Теория решений. Теория оценок.	10	10		10
3	Оценка параметров. Проверка гипотез	10	10		10
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 7 (Осенний)

1. Основные понятия теории вероятностей. Распределения вероятностей. Дискретные распределения.

Определение вероятности. Свойства распределений, характеристические функции.  
Теорема Чебышева и её следствия. Сходимость. Закон больших чисел.  
Дискретные распределения. Распределения, встречающиеся на практике.

2. Информация. Теория решений. Теория оценок.

Основные понятия. Информация Фишера. Достаточные статистики.  
Основные понятия в теории решений. Выбор правил решений.  
Конструирование состоятельных оценок. Информация и точность оценки. Байесовский подход.

3. Оценка параметров. Проверка гипотез

Оценка параметров.  
Выбор метода оценки. Метод максимального правдоподобия. Метод наименьших квадратов.  
Уменьшение смещённости, устойчивость. Данные, распределённые по нормальному закону.  
Использование функции правдоподобия.  
Проверка гипотез. Критерии согласия.  
Формулировка критерия. Сравнение критериев. Критерии для простых гипотез. Критерии для сложных гипотез. Chi-2 критерий Пирсона. Критерии, не связанные с группировкой данных в гистограммы. Применение статистических методов.

#### 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория с компьютерами, меловая доска.

#### 6.Перечень рекомендуемой литературы

## Основная литература

1. Введение в физику высоких энергий [Текст] / Д. Перкинс ; пер. с англ. А. В. Беркова ; под ред. Б. А. Долгошеина - М. Энергоатомиздат, 1991
2. Введение в квантовую теорию поля [Текст] : [учебник для вузов] / М. Пескин, Д. Шредер ; пер. с англ. под ред. А.А. Белавина, А. В. Беркова. — М. ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2001. — 784 с.
3. Современная физика элементарных частиц [Текст] = Modern elementary particle physics/Г. Кейн, -М., Мир, 1990
4. С.И.Битюков, Н.В.Красников Применение статистических методов для поиска новой физики на Большом Адронном Коллайдере. Москва, издательство КРАСАНД, 2014.
5. В.М. Емельянов Стандартная модель и ее расширения 2007
6. Идье В., Драйард Д., Джеймс Ф., Статистические методы в экспериментальной физике. Москва, Атомиздат, 1976.

## Дополнительная литература

1. Лептоны и кварки [Текст] / Л. Б. Окунь. — 6-е изд. — [Научное изд.] — М. : ЛКИ, 2013. — 352 с.
2. Физика элементарных частиц [Текст]/Л. Б. Окунь, -М., Наука, 1988

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://roofit.sourceforge.net/>
2. <http://root.cern.ch/drupal/content/roofit>

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Операционная система Linux.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий Физтех-школа природоподобных, плазменных и ядерных технологий им. И.В. Курчатова кафедра физики высоких энергий
<b>курс:</b>	<u>4</u>
<b>квалификация:</b>	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Дифференцированный зачет	
<b>Разработчик:</b>	А.Г. Мягков, канд. физ.-мат. наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Статистические методы обработки данных» обучающийся должен:

### знать:

Содержание дисциплины, соответствующую терминологию и понятийный аппарат, а также основные методы статистического анализа и существующие проблемы.

### уметь:

Провести простейший статистический анализ данных, получить значение верхнего предела при оценке сигнала.

### владеть:

Методами выбора оптимальной стратегии анализа данных, продемонстрировать с помощью компьютерных средств технику проведения статистической обработки образца данных.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Не предусмотрено.

## 4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Основные понятия теории вероятностей.
2. Закон больших чисел.
3. Распределения вероятностей.
4. Информация.
5. Теория решений.
6. Теория оценок.
7. Оценка параметров.
8. Проверка гипотез. Критерии согласия.
9. Общее знакомство с пакетом RooFit.
10. Составные модели для сигнала и фона.
11. Работа с функциями плотности вероятности.
12. Свёртка нескольких функции плотности вероятности

13. Многомерные модели.
14. Корреляции в многомерных моделях.
15. Общее знакомство с пакетом RooStat.
16. Задание модели.
17. Проверка гипотез.
18. Доверительные интервалы.

#### Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

#### **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Прием дифференцированного зачета проводится по билетам. В каждом билете представлено два задания. Обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.