

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

_____ О.Н. Здрок

«09» декабря 2020 г.

Регистрационный № УД- 9571 /уч.



**СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В
ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности**

1-31 04 06 Ядерные физика и технологии

Минск 2020

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 06-2013 специальности 1-31 04 06 Ядерные физика и технологии от 30.08.2013 № 88 и учебного плана № G31-142/уч. от 30.05.20213

СОСТАВИТЕЛИ:

Э.А. Чернявская — профессор кафедры ядерной физики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Голенков В.В – профессор кафедры интеллектуальных информационных технологий, Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой ядерной физики физического факультета Белорусского государственного университета
(протокол № 3 от 29.10.2020 г.);

Научно-методическим советом БГУ
(протокол № 2 от 07.12.2020 г.).

Заведующий кафедрой ядерной физики
к.ф.-м.н., доцент _____

А.И. Тимощенко

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины "Статистические методы обработки информации в ядерно-физическом эксперименте" разработана для студентов специализации 1-31 04 06 01 «Ядерная физика и электроника» специальности 1-31 04 06 Ядерная физика и технологии первой ступени высшего образования.

Неотъемлемой частью современного ядерно-физического эксперимента являются статистические методы анализа экспериментальных данных. Поэтому рассмотрение основных концепций статистического анализа и обработки наиболее характерных задач, встречающихся в практике эксперимента в различных направлениях ядерной физики, является особенно актуальными.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины - освоение студентами статистических методов анализа распределений вероятностей, систематическое изложение способов проверки различных гипотез, принципа максимального правдоподобия и метода Монте - Карло на основе ядерно-физического материала. В рамках семинарских занятий студенты получают информацию о современных программных продуктах, которые используются в ведущих научных центрах по изучению ядерных процессов.

Задачи учебной дисциплины:

1. Дать представление об особенностях моделирования и этапов обработки физических данных, статистических методах анализа и алгоритмах проверки статистических данных, которые пригодятся не только в ядерно-физическом эксперименте, но и в других различных областях физики.
2. Самостоятельная работа направлена на выработку практических навыков работы в современных программных продуктах, которые используются в ведущих научных центрах по изучению ядерных процессов.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Статистические методы обработки информации в ядерно-физическом эксперименте» относится к **циклу** дисциплин специализации компонента учреждения высшего образования.

Дисциплина позволяет сформировать знания и широкий кругозор в вопросах структурированного понимания понятий и навыков в области статистической методологии сбора и обработки физической информации, что является необходимым условием успешной профессиональной деятельности специалиста, имеющего квалификацию «Физик» и работающего в области ядерной физики, метрологии и автоматизации эксперимента.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Учебный материал дисциплины основан на базовых знаниях и представлениях, заложенных в дисциплинах: «Физика ядра и элементарных частиц», «Программное и информационно-сетевое обеспечение ядерных и радиационных технологий».

Учебный материал дисциплины будет использован при преподавании следующих специальных дисциплин: «Нейронные сети» и «Алгоритмы машинного обучения».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Статистические методы обработки информации в ядерно-физическом эксперименте» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-8. Иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация).

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

социально-личностные компетенции:

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-4. Владеть навыками здорового образа жизни.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).

СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ ядерной физики и ядерных технологий, ядерно-физических методов исследования, методов измерения физических величин, методов автоматизации эксперимента, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы в области ядерно-физических технологий и атомной энергетики.

ПК-2. Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку производственных процессов.

ПК-3. Пользоваться компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

ПК-4. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

ПК-9. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-10. Пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения.

ПК-14. Оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых технологий.

В результате изучения дисциплины "Статистические методы обработки информации в ядерно-физическом эксперименте" студент должен:

знать:

основные современные методы и алгоритмы обработки экспериментальных данных, особенности моделирования при изучении ядерных процессов и обработки экспериментальных данных в современных пакетах;

уметь:

анализировать и эффективно использовать статистические методы, включая робастные методы, нейронные сети для обработки экспериментальных данных применительно к ядерно-физическим задачам, эффективно использовать статистические методы для обеспечения безопасной работы энергоблоков АЭС; моделировать физическую задачу с использованием современных компьютерных программ;

владеть:

базовыми принципами статистические методы анализа: оценками параметров распределений, проверкой статистических гипотез; основами регрессионного анализа, методов максимального правдоподобия и Монте-Карло, включая специфику применения для ядерно-физической информации, основами использования программных технологий для мониторинга радиационной обстановки и моделирования ядерно-физических процессов.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 8 семестре. Форма получения высшего образования – очная, дневная.

Всего на изучение учебной дисциплины «Статистические методы обработки информации в ядерно-физическом эксперименте» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 54 часа, в том числе – 36 аудиторных часов, из них: лекции – 28 часов, управляемая самостоятельная работа – 8 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 1,5 зачетные единицы.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине — зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Статистические методы анализа распределений вероятностей

Параметры распределений. Рассеяние наблюдаемых значений. Неравенство Чебышева. Квинтили. Наиболее распространенные одномерные распределения. Преобразование случайных переменных. Суммы действительных случайных переменных. Гауссовские и комплексные случайные переменные. Суммы случайных фазоров. Определение и описание случайных процессов. Стационарность и эргодичность. Спектральный анализ случайных процессов. Гауссовский и пуассоновский случайный процесс.

Тема 2. Выборочный метод. Принцип максимального правдоподобия. Статистические оценки.

Эксперимент и достоверность наблюдений. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Выборочный метод. Принцип максимального правдоподобия. МП-оценки.

Оценка параметров физических распределений. Асимптотические свойства функции правдоподобия. Достоверность оценки дисперсии нормального распределения. Достоверность оценки среднего генеральной совокупности. Достоверность оценки среднего пуассоновского процесса.

Тема 3. Проверка статистических гипотез

Ошибки первого и второго рода. Мощность критерия. Критерий Неймана-Пирсона. Односторонний критерий для проверки простой гипотезы против сложной гипотезы о среднем значении. Критерий отношения правдоподобия для проверки сложных гипотез. Двусторонний критерий для нормального распределения результатов измерений с известной дисперсией. Двусторонний критерий для нормального распределения результатов измерений с неизвестной дисперсией. Сравнение средних нормально распределенных результатов наблюдений. Сравнение неизвестных нормально распределенных средних, имеющих одинаковую, но неизвестную дисперсию. Односторонний и двусторонний критерий для дисперсии при известной выборочной дисперсии. Критерий отношения дисперсий. Критерий равенства дисперсий для нескольких выборок нормального распределения величин с неизвестными средними и дисперсиями. Исключение грубых погрешностей измерений. Гипотезы о законе распределения. Критерий согласия χ^2 . Критерий согласия Колмогорова. Проверка гипотезы об однородности распределений. Критерий согласия ω^2 .

Тема 4. Метод Монте-Карло в задачах переноса излучения

Основы метода Монте-Карло. Получение случайных чисел с заданным распределением. Метод обратных функций. Метод исключения. Метод суперпозиции. Вероятностная интерпретация интегральных уравнений. Моделирование траекторий нейтронов и фотонов. Выбор параметров источника. Моделирование длины свободного пробега. Определение параметров столкновения. Основные оценки функционалов в методе Монте-Карло. Оценка по столкновениям. Оценка по пробегу. Оценка по пересечениям. Локальные оценки. Асимптотические методы расчета переноса излучения. Метод последовательных столкновений. Методы уменьшения дисперсии. Полуэмпирический метод расчета распределения нейтронов

Тема 5. Робастные методы математической статистики.

Метод эластичных нейронных сетей и его робастная трактовка. Робастные методы математической статистики для быстрой прогонки пространственных траекторий частиц, определения первичных и вторичных вершин и разделения близких колец черенковского излучения

Тема 6. Прикладные программы в ядерной физике.

Краткая характеристика некоторых прикладных программ: моделирование взаимодействия излучения с веществом в системе GEANT, метод поиска частиц в системе ROOT. Анализ программ, разработанных в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН): Mulassis, программный код FLUKA. Пакет TIGER, разработанный в Sandia National Laboratories и предназначенный для моделирования электронно-фотонных каскадов в материалах в диапазоне энергий от 1 Кэв до 1Гэв, Комплекс SRIM (Stopping and Range of Ions in Matter). Применение пакета MCU для моделирования выгорания топлива. Специфика пакета MCU-RR/F при работе с графическими процессорами.

Тема 7. Основные понятия интеллектуального анализа данных.

Программные реализации интеллектуального анализа данных. Методы обработки Big Data. Искусственные нейронные сети и клеточные автоматы (КА) как для распознавания треков заряженных частиц, так и для проверки физических гипотез, так и для обработки изображений. Обработка мессбауэрского спектра.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
 Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Статистические методы анализа распределений вероятностей.	6						
1.1	Параметры распределений .Рассеяние наблюдаемых значений Неравенство Чебышева. Квинтили. Наиболее распространенные одномерные распределения	2					[1-4]	Экспресс - опрос
1.2	Преобразование случайных переменных. Суммы действительных случайных переменных Гауссовские и комплексные случайные переменные Суммы случайных фазоров.	2					[1-4] [2д, 3д]	Экспресс - опрос
1.3.	Определение и описание случайных процессов. Стационарность и эргодичность. Спектральный анализ случайных процессов. Гауссовский и пуассоновский случайный процесс	2					[1-4]	Экспресс - опрос
2	Выборочный метод. Принцип максимального	4						

	правдоподобия. Статистические оценки							
2.1.	Эксперимент и достоверность наблюдений Доверительный интервал и доверительная вероятность Выборочный метод Принцип максимального правдоподобия. МП-оценки Оценка параметров физических распределений .	2					[1-4,9]	Экспресс - опрос
2.2	Асимптотические свойства функции правдоподобия. Достоверность оценки дисперсии нормального распределения. Достоверность оценки среднего генеральной совокупности. Достоверность оценки среднего пуассоновского процесса.	2					[1-4,9]	Экспресс - опрос
3	Проверка статистических гипотез.	4						
3.1	Ошибки первого и второго рода. Мощность критерия. Критерий Неймана - Пирсона. Односторонний критерий для проверки простой гипотезы против сложной гипотезы о среднем значении. Критерий отношения правдоподобия для проверки сложных гипотез. Двусторонний критерий для нормального распределения результатов измерений с известной дисперсией. Двусторонний критерий для нормального распределения результатов измерений с неизвестной дисперсией. Сравнение средних нормально распределенных результатов наблюдений	2					[3-5, 7-9] [2д] [3д]	Экспресс - опрос
3.2	Сравнение неизвестных нормально распределенных средних, имеющих одинаковую, но неизвестную дисперсию. Односторонний и двусторонний	2					[3-5, 7-9] [2д] [3д]	Экспресс - опрос

	критерий для дисперсии при известной выборочной дисперсии. Критерий отношения дисперсий. Критерий равенства дисперсий для нескольких выборок нормального распределения величин с неизвестными средними и дисперсиями. Исключение грубых погрешностей измерений. Гипотезы о законе распределения. Критерий согласия χ^2 . Критерий согласия Колмогорова. Проверка гипотезы об однородности распределений. Критерий согласия ω							
4.	Метод Монте-Карло в задачах переноса излучения	10						
4.1	Основы метода Монте-Карло. Получение случайных чисел с заданным распределением. Метод обратных функций. Метод исключения. Метод суперпозиции. Вероятностная интерпретация интегральных уравнений.	2					[1, 6-9] [6д]	Экспресс - опрос
4.2	Моделирование траекторий нейтронов и фотонов. Выбор параметров источника. Моделирование длины свободного пробега. Определение параметров столкновения	2					[1, 6-9] [6д]	Экспресс - опрос
4.3	Основные оценки функционалов в методе Монте-Карло. Оценка по столкновениям. Оценка по пробегу. Оценка по пересечениям. Локальные оценки	2					[1, 6-9] [6д]	Экспресс - опрос
4.4	Асимптотические методы расчета переноса излучения. Метод последовательных столкновений. Методы уменьшения дисперсии.	2					[1, 6-9] [6д]	Экспресс - опрос
4.5	Полуэмпирический метод расчета распределения нейтронов	2					[1, 6-9] [6д]	Экспресс - опрос

5	<p>Робастные методы математической статистики. Метод эластичных нейронных сетей и его робастная трактовка. Робастные методы математической статистики для быстрой прогонки пространственных траекторий частиц, определения первичных и вторичных вершин и разделения близких колец черенковского излучения</p>	4					[10, 11]	Экспресс - опрос
6	<p>Прикладные программы в ядерной физике. Краткая характеристика некоторых прикладных программ: моделирование взаимодействия излучения с веществом в системе GEANT, метод поиска частиц в системе ROOT. Анализ программ, разработанных в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН): Mulassis, программный код FLUKA. Пакет TIGER, разработанный в Sandia National Laboratories и предназначенный для моделирования электронно-фотонных каскадов в материалах в диапазоне энергий от 1 кЭв до 1Гэв, Комплекс SRIM (Stopping and Range of Ions in Matter). Применение пакета MCU для моделирования выгорания топлива. Специфика пакета MCU-RR/F при работе с графическими процессорами.</p>				4		[12-14] [7д-10д]	Защита рефератов Групповое задание

7.	<p>Основные понятия интеллектуального анализа данных. Программные реализации интеллектуального анализа данных. Методы обработки Big Data. Искусственные нейронные сети и клеточные автоматы (КА) как для распознавания треков заряженных частиц, так и для проверки физических гипотез, так и для обработки изображений. Обработка мессбауэрского спектра.</p>					4	[15-17] [1д, 4д-10д]	Защита рефератов
	Всего: 36	28				8		
	Текущая аттестация							Зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Frieden B.R. Probability, statistical optic and date testing: Problem solving approach sprinder. 1994 – 250 с.
2. William U., Brian P Numerical Recipes. The art Scientific Computing./- Cambridge University Press., 1988. p. 818.
3. Гришин В.К. Математическая обработка и интерпретация физического эксперимента / - М: МГУ, 1989. - .318 с. .
4. Лавренчик, В.Н. Постановка физического эксперимента и статистическая обработка его результатов./- М.: Энергоатомиздат, 1986.- . 272 с.
5. П.И. Рудаков, В.И. Сафонов Обработка сигналов и изображений Matlab., ДИАЛОГ МИФИ, 2000. - 414 с
6. Физические основы защиты от излучений /Н.Г. Гусев и др./ - Москва: Энергоатомиздат, 1989, - 512 с.
7. Бейтс Р., Мак-Доннелл М. Восстановление и реконструкция изображений: Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. – 336 с.
8. Космофизический практикум /под ред. А.С.Ковтюха/ - М. Университетская книга, 2006.- 189 с.
9. Методы обработки статистической информации в задачах контроля ядерных энергетических установок: Учебное пособие / А.М. Загребаев, Н.А. Крицына, Ю.П. Кулябичев, В.А. Насонова, Н.В. Овсянникова. – М.: МИФИ, 2008. – 388 с.
10. Чубич, В. М., Прокофьева, А. Э. (2017). Сравнительный анализ некоторых робастных фильтров для нестационарных линейных дискретных систем. Bulletin of Irkutsk State Technical University / Vestnik of Irkutsk State Technical University, 2017, 21(12), 123–137. <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2017-12-123-137>
11. Шуленин, В.П. Робастные методы математической статистики. - Томск: Изд-во НТЛ, 2016. - 260 с.
12. FLUKA: A multi-particle transport code (program version 2005) /Ferrari, A ; Sala, Paola R ; Fassò, A ; Ranft, Johannes/ CERN, Geneva : CERN, 2005. - 405 p.
13. <https://www.spenvis.oma.be/help/models/mulassis.html>
14. 3-D SRIM Simulation of Focused Ion Beam Sputtering with an Application-Oriented Incident Beam Model. / Lirong Zhao, Yimin Cui, Wenping Li ,Wajid Ali Khan and Yutian Ma / Appl. Sci. 2019, 9(23), 5133. <https://doi.org/10.3390/app9235133>
15. Замятин, А.В. Введение в интеллектуальный анализ данных./Замятин А.В./ Учебное пособие, – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2016, - 120 с.
16. Прикладная статистика для специалистов Data Science./П. Брюс, Э.Брюс. - БХВ: Питер, 2018 – 304 с.

17. Теоретический минимум по Big Data. Всё, что нужно знать о больших данных/ Анналин Ын, Кеннет Су. - Изд.: Питер, 2019 – 304с.

Перечень дополнительной литературы

1. Белозерский, Г.Н. Мессбауэровская спектроскопия как метод исследования поверхностей. – М: Энергоатомиздат, 1990. – 352с.
2. Статистические методы в экспериментальной физике. / Под ред. Тяпкина А.А., М: Атомиздат, 1986. – 180 с.
3. Пытьев, Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем / Пытьев Ю.П. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Москва: Физматлит, 2012. - 427 с
4. Гергель, В.П. Теория и практика параллельных вычислений: учеб. пособие/ В.П. Гергель. - М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 423 с.
5. Лекции по параллельным вычислениям: учеб. пособие / В.П. Гергель, В.А.Фурсов. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2009. – 164 с
6. Методы обработки результатов ядерно-физического-эксперимента: Учебное пособие. / Г.Л. Деденко, В.В. Кадилин, Е.В. Рябева, В.Т. Самосадный; Подред. В.Т. Самосадного. — М.: МИФИ, 2008. – 156 с.
7. <http://root.cern/ch>
8. <http://en.wikipedia.org/wiki/LHCb>
9. <http://GEANT4.cern.ch/support/download/shtml>
10. <http://proj-clhep.web.cern.ch/proj-clhep/index.html>

Перечень рекомендуемых средств диагностики учебной деятельности и методика формирования итоговой оценки

Приобретение знаний и умений осуществляется в процессе лекционных, семинарских занятий.

При чтении лекционного курса и проведении семинарских занятий рекомендуется использование демонстрационных материалов: компьютерных презентаций, интерактивные обучающие программные реализации, а также раздаточный материал в виде современных периодических статей.

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется защита реферативных работ, устные опросы и групповые задания (технологии проблемного обучения: методики работы в группах).

Управляемая самостоятельная работа проводится с использованием метода группового обучения. Студенты разбиваются на группы, анализируют программы, разработанных в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН): Mulassis, программный код FLUKA., пакет TIGER, разрабо-

таный в Sandia National Laboratories и предназначенный для моделирования электронно-фотонных каскадов в материалах в диапазоне энергий от 1 кЭв до 1Гэв, подготавливают совместную презентацию с последующим обсуждением.

Защита реферативных работ проводится в форме индивидуальных выступлений-презентаций с последующей дискуссией. Оценка рефератов проводится по десятибалльной шкале.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее оценки за защиту реферата и степени самостоятельного анализа в процессе подготовки реферата и группового задания.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме **зачета**.

Зачетная оценка и оценка текущей успеваемости служат для определения рейтинговой оценки по дисциплине, которая рассчитывается как средневзвешенная оценка текущей успеваемости и оценки, полученной на зачете. Рекомендуемые весовые коэффициенты для оценки текущей успеваемости — 0,4; для итогового контроля (зачетной оценки) — 0,6.

При оценке текущего контроля учитывается:

- посещение занятий и ответы на лекциях (устный опрос, экспресс-опрос);
- уровень подготовки и презентация материала по теме реферата;
- самостоятельная работа по теме реферата (выполнение проекта);
- выступление на студенческих конференциях и групповые задания.

Оценка текущего контроля формируется:

Оценка за активное участие в учебном процессе и посещение занятий	Количество баллов
Все занятия	Максимальный балл - 10
Не менее 75%	7
Не менее 50%	5
Не менее 25%	2
Участие в семинаре	10
Уровень подготовки и презентация материала по теме реферата	20
Самостоятельная работа по теме реферата (выполнение проекта)	20
Выступление на студенческих конференциях с докладом*	40

*Выступление на конференциях по плану мероприятий факультета

Количество баллов	Оценка (T_T)	Количество баллов	Оценка (T_T)
0	0		
2	1	40,0	6
5	2	60,0	7
7	3	80,0	8

10	4	90,0	9
20,0	5	100,0	10

В случае пропуска занятий возможность представления реферата определяется кафедрой, обеспечивающей данный курс. В случае неявки по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить нагрузку в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за реферат, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно, до сессии.

Рейтинговая оценка $T_p = T_T \cdot 0,4 + T_{II} \cdot 0,6$

где T_{II} – оценка итогового контроля

При условии, что $T_p \geq 4$ ставится «зачтено»

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

В качестве заданий для управляемой самостоятельной работы студентам предлагается защита рефератов. Защита реферативных работ проводится в форме индивидуальных выступлений-презентаций с последующей дискуссией.

Рекомендуемые темы реферативных работ

1. Краткая характеристика некоторых прикладных программ: моделирование взаимодействия излучения с веществом в системе GEANT, метод поиска частиц в системе ROOT.
2. Анализ программ, разработанных в Евро-пейском центре ядерных исследований (ЦЕРН): Mulassis, программный код FLUKA.
3. Пакет TIGER, разработанный в Sandia National Laboratories и предназначенный для моделирования электронно-фотонных каскадов в материалах в диапазоне энергий от 1 кЭв до 1Гэв.
4. Комплекс SRIM (Stop-ping and Range of Ions in-Matter).
5. Применение пакета MCU для моделирования выгорания топлива.
6. Специфика пакета MCU-RR/F при работе с графическими процессорами.
7. Основные понятия интеллектуального анализа данных. Программные реализации интеллектуального анализа данных.
8. Методы обработки Big Data.
9. Робастные методы математической статистики для быстрой прогонки пространственных траекторий частиц, определения первичных и вторичных вершин и разделения близких колец черенковского излучения.

10. Искусственные нейронные сети и клеточные автоматы (КА) как для распознавания треков заряженных частиц, так и для проверки физических гипотез, так и для обработки изображений.
11. Обработка мессбауэрского спектра.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Параметры распределений. Рассеяние наблюдаемых значений Неравенство Чебышева. Квинтили.
2. Преобразование случайных переменных.
3. Суммы действительных случайных переменных.
4. Гауссовские и комплексные случайные переменные.
5. Суммы случайных фазоров.
6. Определение и описание случайных процессов.
7. Стационарность и эргодичность.
8. Спектральный анализ случайных процессов.
9. Спектральная плотность мощности и спектральная плотность энергии.
10. Гауссовский случайный процесс
11. Пуассоновский случайный процесс.
12. Принцип максимального правдоподобия.
13. МП-оценки.
14. Асимптотические свойства функции правдоподобия.
15. Достоверность оценки дисперсии нормального распределения.
16. Достоверность оценки среднего генеральной совокупности.
17. Достоверность оценки среднего пуассоновского процесса.
18. Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода.
19. Мощность критерия. Критерий Неймана- Пирсона.
20. Односторонний критерий для проверки простой гипотезы против сложной гипотезы о среднем значении.
21. Критерий отношения правдоподобия для проверки сложных гипотез.
22. Критерий согласия χ^2 .
23. Критерий согласия Колмогорова.
24. Проверка гипотезы об однородности распределений. Критерий согласия χ^2 .
25. Основы метода Монте-Карло. Получение случайных чисел с заданным распределением. Метод обратных функций.
26. Метод исключения.
27. Метод суперпозиции.
28. Моделирование траекторий нейтронов и фотонов. Выбор параметров источника.
29. Моделирование длины свободного пробега.
30. Определение параметров столкновения.
31. Основные оценки функционалов в методе Монте-Карло.

32. Оценка по столкновениям.
33. Оценка по пробегу.
34. Оценка по пересечениям.
35. Локальные оценки. Асимптотические методы расчета переноса излучения.
36. Метод последовательных столкновений.
37. Методы уменьшения дисперсии.
38. Полуэмпирический метод расчета распределения нейтронов
39. Робастные методы. Основы и сравнение с методом наименьших квадратов.
40. Робастные методы математической статистики для быстрой прогонки пространственных траекторий частиц, определения первичных и вторичных вершин и разделения близких колец черенковского излучения.
41. Клеточные автоматы (КА) как для распознавания треков заряженных частиц, так и для проверки физических гипотез, так и для обработки изображений.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используются **практико-ориентированный подход и метод анализа конкретных ситуаций (кейс-метод)**.

Это предполагает освоение содержания образования посредством: решения практических задач; приобретения навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности; ориентации на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры; формирования профессиональных компетенций; приобретения студентом знаний и умений для решения практических задач; анализа ситуации, используя профессиональные знания, собственный опыт, дополнительную литературу и электронные информационные источники.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Основой методики организации самостоятельной работы студентов является предоставление студентам необходимой для работы информации, а также обеспечение регулярных консультаций преподавателя и периодичной отчетности по различным видам учебной и самостоятельной работы.

В открытом доступе для студентов размещается следующая информация: программа дисциплины с указанием основной и дополнительной литературы; график консультаций преподавателя; вопросы к экзамену (зачету); сроки проведения контрольных мероприятий.

В случае необходимости, освоение части лекционного материала по отдельным темам и в объеме, определяемым решением кафедры, может быть организовано с использованием информационно-коммуникационных технологий и привлечением электронных средств обучения. Организация занятий с привлечением электронных средств обучения ведется с помощью образовательного портала физического факультета БГУ eduphys.bsu.by.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Нейронные сети	Кафедра ядерной физики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 3 от 29.10.2020 г.)

