

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 25.05.2026 12:14:55

Уникальный программный ключ:

ca953a01204891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

**«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

**Факультет физико-математических и естественных наук**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В МЕГАСАЙЕНС**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

#### **09.04.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

#### **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И АНАЛИЗ ДАННЫХ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2026 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Программное обеспечение для обработки больших данных в мегасайенс» входит в программу магистратуры «Искусственный интеллект и анализ данных» по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика» и изучается во 2 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра математического моделирования и искусственного интеллекта. Дисциплина состоит из 10 разделов и 24 тем и направлена на изучение инструментария для работы в составе научных коллективов проекта NISA.

Целью освоения дисциплины является обучение студентов обработке данных с экспериментов с использованием методов машинного обучения, знакомство с внутренней структурой детекторов проекта NISA и с принципами работы детекторов элементарных частиц. Помимо этого студентам дадут необходимый минимум знаний о методах решения задач рассеяния, о физике взаимодействия частиц с веществом и о применении метода Монте-Карло для задач моделирования взаимодействия частиц.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Программное обеспечение для обработки больших данных в мегасайенс» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ОПК-1.1 Обладает фундаментальными знаниями в области математических и естественных наук, информатики и теории коммуникаций; ОПК-1.2 Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические и информационные объекты; ОПК-1.3 Имеет практический опыт работы с решением математических и информационных задач и применяет его в профессиональной деятельности;
ОПК-7	Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами	ОПК-7.1 Знает логические методы и приемы научного исследования, методологические принципы современной науки, приемы работы с ними в области информатики и коммуникаций; ОПК-7.2 Умеет осуществлять методологическое обоснование при решении профессиональных задач;
ПК-1	Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ПК-1.2 Умеет применять полученные знания в области математики и информатики, а также решать стандартные задачи собственной научно-исследовательской деятельности; умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей по тематике исследований в соответствии с выбранной методикой;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Программное обеспечение для обработки больших данных в мегасайенс» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Программное обеспечение для обработки больших данных в мегасайенс».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Статистическая обработка больших данных; Обработка больших данных в мегасайенс;	Преддипломная практика; Научно-исследовательская практика; Пакеты символьных вычислений; Численные методы;
ОПК-7	Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами		Преддипломная практика; Научно-исследовательская практика; Методы интеллектуального анализа текстов; Пакеты символьных вычислений;
ПК-1	Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Иностранный язык в профессиональной деятельности; Когнитивные архитектуры и их применение; Обработка больших данных в мегасайенс;	Интеллектуальный анализ больших данных; Иностранный язык в профессиональной деятельности; Practicum in Artificial Intelligence; Численные методы; Методы интеллектуального анализа текстов; Глубокое обучение в обработке изображений; Преддипломная практика; Научно-исследовательская практика;

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Программное обеспечение для обработки больших данных в мегасайенс» составляет «5» зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			2
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	54		54
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	36		36
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	126		126
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	0		0
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Геометрия и хранение данных о элементарных частицах в ROOT.	1.1	Геометрия в ROOT CERN	Рассматривается представление физических векторов (импульса, энергии, координат) с использованием специализированных классов библиотеки ROOT для удобства вычислений в физике высоких энергий.	СЗ
		1.2	Классическая и квантово-механическая задача рассеяния	Объясняются принципы построения и визуализации геометрии детекторов с помощью подсистемы TGeo, позволяющей моделировать форму и расположение чувствительных элементов.	СЗ
Раздел 2	Решение задачи рассеяния в классической и квантовой механике.	2.1	Классическая и квантово-механическая задача рассеяния	Показывается принципиальное различие в подходах к описанию процесса рассеяния частиц в классической и квантовой физике.	ЛК
		2.2	Стационарная теория потенциального рассеяния. Борновское приближение	Рассматривается математический аппарат стационарной теории рассеяния, а также объясняется суть борновского приближения как метода расчета амплитуды рассеяния.	ЛК
		2.3	Рассеяние на сферически-симметричном потенциале	Описывается метод сведения задачи рассеяния к анализу парциальных волн применительно к сферически-симметричным потенциалам.	ЛК
Раздел 3	Обработка данных с использованием методов машинного обучения в системе ROOT	3.1	TMVA — библиотека мультивариантного анализа в ROOT. Введение.	Представляется библиотека TMVA как инструмент для применения методов мультивариантного анализа и машинного обучения к физическим данным.	СЗ
		3.2	TMVA. Предобработка	Объясняются этапы подготовки данных (нормализация, преобразование переменных, отбор событий) перед подачей в алгоритмы машинного обучения.	СЗ
		3.3	TMVA. Используемые методы	Рассматриваются основные классы алгоритмов, доступные в TMVA, такие как нейронные сети, решающие деревья и метод опорных векторов.	СЗ
Раздел 4	Релятивистские поправки к решению уравнений квантовой механики	4.1	Релятивистские уравнения квантовой механики	Показывается необходимость перехода от уравнения Шрёдингера к релятивистски инвариантным уравнениям (Клейна — Гордона, Дирака) при описании частиц высоких энергий.	ЛК
Раздел 5	Описание детекторов проекта NICA	5.1	Описание детектора BM@N	Рассматривается устройство и назначение детектора BM@N (Baryonic Matter at Nuclotron) как установки для изучения	СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				барионной материи на пучках нуклотрона.	
		5.2	Детектор MPD (MultiPurpose Detector)	Описывается универсальный детектор MPD, предназначенный для изучения свойств плотной барионной материи в столкновениях тяжелых ионов.	СЗ
		5.3	Детектор SPD.	Объясняется концепция детектора SPD (Spin Physics Detector), ориентированного на изучение спиновой структуры нуклона.	СЗ
Раздел 6	Взаимодействие частиц с веществом	6.1	Взаимодействие заряженных частиц с веществом	Рассматриваются основные механизмы энергетических потерь заряженных частиц (ионизация, возбуждение) и процесс многократного рассеяния.	ЛК
		6.2	Взаимодействие нейтронов и гамма-квантов с веществом	Показываются ключевые процессы взаимодействия нейтральных частиц: ядерные реакции для нейтронов и фотоэффект, комптоновское рассеяние, рождение пар для гамма-квантов.	ЛК
Раздел 7	Доступные онлайн базы данных по ядерной физике	7.1	Базы данных по экспериментальным данным и поисковики по статьям	Приводятся примеры основных международных баз данных (таких как ENSDF, INSPIRE HEP) и инструментов для поиска экспериментальных данных и научных публикаций.	СЗ
Раздел 8	Детекторы элементарных частиц	8.1	Общие свойства детекторов. Ионизационные и трековые детекторы	Описываются основные характеристики детекторов (эффективность, разрешение, мертвое время), а также принцип работы ионизационных камер и трекеров.	ЛК
		8.2	Полупроводниковые детекторы	Рассматривается принцип действия полупроводниковых детекторов, основанный на сборе носителей заряда в области р-п-перехода.	ЛК
		8.3	Сцинтилляционные детекторы.	Объясняется механизм преобразования энергии частицы в световой сигнал в сцинтилляторах и методы его регистрации фотоэлектронными умножителями.	ЛК
		8.4	Черенковские детекторы	Показывается физическая основа работы черенковских детекторов, использующих эффект излучения Вавилова — Черенкова для идентификации частиц.	ЛК
		8.5	Электромагнитные и адронные калориметры	Рассматривается назначение калориметров для полного поглощения энергии частиц и различие в конструкциях для регистрации электромагнитных и адронных ливней.	ЛК
Раздел 9	Дополнительные возможности программного пакета ROOT и введение в коды моделирования взаимодействия	9.1	Дополнительные возможности программного пакета ROOT CERN - RDataFrame	Показывается использование фреймворка RDataFrame для декларативной и высокопроизводительной обработки больших объемов данных в среде ROOT.	СЗ
		9.2	Краткое введение в программный комплекс	Дается общее представление о программном комплексе	СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
	элементарных частиц с веществом		GEANT4	GEANT4 как о стандартном инструменте для моделирования прохождения частиц через вещество методом Монте-Карло.	
Раздел 10	Введение в метод Монте-Карло в задачах о взаимодействии частиц с веществом	10.1	Монте-Карло моделирование. Одномерные и многомерные случайные величины	Рассматриваются основные принципы метода Монте-Карло, а также способы генерации случайных величин с заданными законами распределения.	ЛК
		10.2	Некоторые задачи моделирования и регистрации элементарных частиц	Показывается применение методов Монте-Карло для моделирования прохождения частиц через детекторы и воспроизведения процессов их регистрации.	СЗ

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Компьютер/ноутбук с доступом сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета, браузер, ПО для просмотра PDF, Яндекс Телемост.
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	ОС Windows/Linux, Браузер, ПО для просмотра PDF. CERN ROOT.
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	Компьютер/ноутбук с доступом сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета, браузер, ПО для просмотра PDF, Яндекс Телемост. CERN ROOT.

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. К. Albertsson, TMVA 4 Toolkit for Multivariate Data Analysis with ROOT Users Guide
2. Квантовая теория углового момента. Варшалович Д. А., Москалев А. Н., Херсонский В. К. Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л., 1975, 1 — 439.
3. Соболевский, Н. М. Метод Монте-Карло в задачах о взаимодействии частиц с веществом : учебное пособие / Н. М. Соболевский. – Москва : Физматлит, 2017. – 204 с.
4. Р. Ю. Шендрик Методы экспериментальной физики конденсированного состояния. Часть 3. Введение в физику сцинтилляторов - 1 - Учебное пособие - Иркутск: изд-во Иркут. гос. ун-та, 2013. - 110 с.
5. Ю.Г. Куденко Основы экспериментальной физики элементарных частиц, ИЯИ РАН, Москва, 2007, ISBN 978-5-94274-028-3, 168 стр.

- А.Л. Барабанов, КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА (КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ)

Часть 1 и 2.

*Дополнительная литература:*

1. Kapishin, M. (2019). Studies of baryonic matter at the BM@N experiment (JINR). Nucl. Phys. A, 982, 967–970. doi:10.1016/j.nuclphysa.2018.07.014
2. V. Abazov et al. (SPD Collaboration). "Technical Design Report of the Spin Physics Detector at NICA" Natural Sci. Rev. 1 1 (2024)  
<https://doi.org/10.54546/NaturalSciRev.100101>
3. Status and initial physics performance studies of the MPD experiment at NICA / Abgaryan, V. [et al.] // European Physical Journal A. - 2022. - 58. - С. 1-53. - 10.1140/epja/s10050-022-00750-6
4. Г.А. Бете, Ю. Ашкин "Прохождение излучения через вещество": В кн.

Эксперимен-

тальная ядерная физика, Т.1. – М.: ИИЛ, 1955

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<https://mega.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Знаниум» <https://znanium.ru/>

2. Базы данных и поисковые системы

- Sage <https://journals.sagepub.com/>

- Springer Nature Link <https://link.springer.com/>

- Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>

- Научометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Программное обеспечение для обработки больших данных в мегасайенс».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

**РАЗРАБОТЧИК:**

Старший преподаватель  
кафедры математического  
моделирования и  
искусственного интеллекта

*Должность, БУП*

*Подпись*

Родкин Дмитрий  
Михайлович

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Заведующий кафедрой  
математического  
моделирования и  
искусственного интеллекта

*Должность БУП*

*Подпись*

Малых Михаил  
Дмитриевич

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Заведующий кафедрой  
математического  
моделирования и  
искусственного интеллекта

*Должность, БУП*

*Подпись*

Малых Михаил  
Дмитриевич

*Фамилия И.О.*