

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1161555	Машинное обучение

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
<b>Образовательная программа</b> 1. Прикладные математика и физика	<b>Код ОП</b> 1. 03.03.01/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Прикладные математика и физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 03.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Прищенко Данил Александрович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	теоретической физики и прикладной математики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Машинное обучение**

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает в себя две дисциплины – «Введение в специальность» и «Машинное обучение для физиков». Курс «Введение в специальность» состоит из авторских лекций ведущих преподавателей кафедры и ученых института физики металлов УрО РАН, посвященных конкретным актуальным научным проблемам физики и материаловедения, решаемых с помощью современных численных методов и алгоритмов. Дисциплина "Машинное обучение для физиков" состоит из двух разделов, первый из которых служит введением в теорию машинного обучения, а второй нацелен на применение полученных знаний для решения актуальных задач современной физики. Рассматриваются как простейшие методы, так и нейронные сети различной структуры, а также сферы их применимости. Подробно изучаются алгоритмы оптимизации, включая перспективную методику частично контролируемого обучения, способы подбора подходящей структуры и параметров метода, нюансы, связанные с набором и предобработкой входных данных. В качестве объектов исследования выступает широкий спектр моделей классической и квантовой физики, включая ячеичную перколяцию, диффузионное движение и магнитные системы, описываемые гамильтонианами различной степени сложности.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Введение в специальность	3
2	Машинное обучение для физиков	3
ИТОГО по модулю:		6

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3

<p>Введение в специальность</p>	<p>УК-11 - Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности</p>	<p>З-1 - Объяснить принципы функционирования рыночной экономики и роль государства</p> <p>З-2 - Изложить правила рационального поведения экономических агентов как в условиях устойчивого развития, так и в периоды финансово-экономических кризисов</p> <p>З-3 - Характеризовать структуру личного бюджета и принципы его ведения с использованием финансовых инструментов</p> <p>З-4 - Обосновывать целесообразность финансового планирования</p> <p>У-1 - Критически оценивать информацию о последствиях экономической политики, перспективах экономического роста и развития экономики для принятия обоснованных экономических решений</p> <p>У-2 - Сравнить поведение экономических агентов в различных экономических ситуациях и обосновывать его целесообразность в соответствии с правилами</p> <p>У-3 - Анализировать структуру личного бюджета и определять направления его оптимизации с учетом экономической ситуации</p> <p>У-4 - Минимизировать индивидуальные финансовые риски, используя информацию о правах и обязанностях потребителя финансовых услуг и возможности финансовых инструментов</p> <p>П-1 - Самостоятельно или работая в команде разрабатывать рациональные решения в различных экономических ситуациях, ориентируясь на анализ информации о показателях устойчивого развития и в соответствии с правилами</p> <p>П-2 - Разрабатывать предложения по оптимизации структуры личного бюджета в различных экономических и финансовых ситуациях на основе анализа расходов и доходов, финансовых рисков и с учетом</p>
---------------------------------	---	--

		<p>возможностей использования финансовых инструментов</p> <p>Д-1 - Демонстрирует развитую мотивацию учебной деятельности: настойчивость, увлеченность, трудолюбие</p> <p>Д-2 - Демонстрирует самостоятельность в поиске экономической информации, экономических решений; критическое мышление при оценке экономической ситуации, творческий подход к решению экономических задач</p> <p>Д-3 - Демонстрирует ответственное отношение к принятию экономических решений</p>
	<p>ОПК-6 - Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной формах в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание норм и правил русского и английского языка в применении к профилю деятельности</p> <p>У-1 - Грамотно формулировать результаты деятельности в профессиональной области на русском и английском языках в соответствии с нормами и правилами</p> <p>П-1 - Иметь опыт представления результатов научно-исследовательской /научно-технической работы на русском и английском языках в устной речи и письменных документах</p> <p>Д-2 - Проявлять внимательность и ответственность к подготовке материалов научных исследований к публичному доступу</p>
	<p>ОПК-7 - Способен использовать основы экономических и правовых знаний в различных сферах профессиональной деятельности</p>	<p>З-1 - Интерпретировать содержание основных источников правовой информации</p> <p>У-1 - Находить нормативно-правовые акты и юридические документы для использования в сфере профессиональной деятельности, определять способы и пути принятия решений на основе норм права</p> <p>У-2 - Определять способы и пути принятия решений в профессиональной деятельности с учетом требований экономической эффективности</p> <p>П-1 - Иметь опыт составления запросов для получения необходимой юридической</p>

		<p>информации и ответов на требования юридических служб</p> <p>П-2 - Иметь опыт оценки собственной профессиональной деятельности с точки зрения действующего законодательства в сфере экономики и показателей экономической эффективности</p>
Машинное обучение для физиков	<p>ОПК-2 - Способен проводить под научным руководством исследования на основе современных методов в конкретной области профессиональной деятельности</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических основ методов, используемых для проведения научных исследований в профильной области</p> <p>У-1 - Соотносить цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств</p> <p>П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных исследований с использованием серийного научного и технологического оборудования, стандартной методологии и методов исследований</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность за проводимые исследования</p>
	<p>ПК-2 - Способен выбирать и применять подходящее оборудование, методы исследований и алгоритмы для решения задач в области физики конденсированного состояния</p>	<p>З-3 - Дать обзор методов и средств проектирования программного обеспечения</p> <p>У-1 - Выбирать типовые решения и шаблоны разработки программного обеспечения с учетом специфики исследовательской задачи</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт проведения экспериментальных исследований, выполнения проектов и заданий по тематике разрабатываемой научной проблемы</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Введение в специальность**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Мазуренко Владимир Гаврилович	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	теоретической физики и прикладной математики
2	Прищенко Данил Александрович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	теоретической физики и прикладной математики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 5 от 12.01.2024 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Мазуренко Владимир Гаврилович, Профессор, теоретической физики и прикладной математики
- Прищенко Данил Александрович, Доцент, теоретической физики и прикладной математики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Особенности образовательной программы «Прикладные математика и физика»	<p>Образовательная программа 03.03.01 Прикладные математика и физика направлена на подготовку научных и инженерно-технических работников, способных организовать деятельность научных коллективов и наукоемких предприятий. Особенностью программы является выраженная научная ориентированность процесса обучения. Направление ориентировано на подготовку высококвалифицированных специалистов, способных разрабатывать физические и математические модели, алгоритмы и программы для решения физико-технических и естественнонаучных задач, возникающих при разработке новых наукоемких технологий. Увеличенный объем научно-исследовательской работы дает возможность обучающимся последовательно овладеть необходимым уровнем квалификации, начиная с профессий лаборанта, обеспечивает включение выпускников в научный процесс без дополнительного переобучения.</p> <p>Программа предполагает фундаментальную подготовку по естественнонаучным и компьютерным дисциплинам достаточную для продолжения обучения по программам естественно-научной магистратуры.</p>



<p><b>P2</b></p>	<p>Поиск новых двумерных магнитных материалов средствами современной теоретической физики.</p>	<p>Ключевой тренд в техническом прогрессе сегодняшнего дня - миниатюризация, экологичность и энергоэффективность. Всё это ставит задачи перевода функционала стандартных и хорошо известных электронных компонентов - транзисторов, датчиков - на фундамент квантовых степеней свободы отдельных частиц и их низкоразмерных агломератов.</p> <p>Одно из наиболее развитых в науке и индустрии областей является синтез тонких и сверхтонких (толщиной в несколько атомных слоев) плёнок. Такие плёнки обладают очень высокой чувствительностью ко внешним условиям (например, электрическому или магнитному полю), что и оправдывает их перспективность.</p> <p>Особым случаем является класс магнитных плёнок. Наличие в такой системе магнитного порядка всегда является результатом совместного действия конкурирующих физических механизмов - иногда понятных и хорошо изученных физиками, а иногда - едва ли подводимыми под известные модели.</p> <p>Поэтому сегодня таких плёнок синтезировано очень мало, и на теоретическую науку возлагается большая надежда на модельном уровне организовать поиск структуры новых магнитных плёнок, а также сформулировать условия их практического синтеза. Для этого мы развиваем подходы для осуществления численного поиска таких конфигураций, которые "подсвечивали" бы особые механизмы межэлектронного взаимодействия, приводящие к стимулированию двумерного материала формировать дальний магнитный порядок.</p>
<p><b>P3</b></p>	<p>Новые материалы и эффекты в физике конденсированного состояния</p>	<p>Будут описаны физические свойства материалов и систем, активно исследуемых в современной физике конденсированного состояния.</p> <p>Это сверхпроводники, в которых высокие критические температуры достигаются при сверхвысоких давлениях, низкоразмерные магнитные системы, которые могут быть использованы в электронике и спинтронике, соединения с сильной взаимосвязью между различными степенями свободы (электронные, спиновые, решеточные и орбитальные), топологические изоляторы и полуметаллы, а также новые материалы, существующие только при больших давлениях.</p>
<p><b>P4</b></p>	<p>Компьютерное моделирование новых магнитных и оптических материалов: теоретические методы из первых принципов</p>	<p>Краткая история развития теории функционала плотности и теоретических методов для компьютерного моделирования свойств материалов из первых принципов. Современные методы функционала плотности, их возможности и недостатки. Предсказание стабильности и физических свойств труднодоступных или недоступных материалов. Реализация компьютерного моделирования на базе высокопроизводительных вычислительных кластеров. Примеры практических применений методов для вычисления физических свойств новых магнитных и оптических материалов.</p>

P5	Машинное обучение	<p>Исследование фазовых диаграмм различных систем является важной задачей в физике конденсированного состояния. Даже если параметр порядка известен, определение фазовых границ традиционными методами может требовать гигантских вычислительных затрат. Ситуация еще более усложняется в случае, когда такой параметр неизвестен, либо переход имеет нестандартную природу (к примеру, в случае топологических фаз). Способность алгоритмов машинного обучения выявлять сложную структуру в данных помогла добиться существенного прогресса в данной области.</p> <p>В данном разделе будет рассмотрено построение магнитных фазовых диаграмм в моделях Изинга, Гейзенберга, а также при наличии анизотропного взаимодействия Дзялошинского-Мория. Кроме этого, будет затронут алгоритм определения фазовых переходов на основе анализа ошибки нейронной сети.</p>
P6	Квантовые вычисления и компьютеры	<p>Основы квантовой механики: математическое описание состояния квантовой системы, принцип суперпозиции. Линейные операторы. Сравнение классических и квантовых компьютеров. Проблемы и ограничения классических компьютеров. Структура квантовых программ (цепей). Квантовое превосходство. Облачные сервисы, предоставляющие доступ к квантовым компьютерам. Примеры квантовых алгоритмов. Области применения квантовых вычислений. Применение квантовых компьютеров в ФКС: вариационный принцип, эволюционный подход Троттера-Сузуки. Ограничения, присущие квантовым компьютерам</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ОПК-6 - Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной формах в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	Д-2 - Проявлять внимательность и ответственность к подготовке материалов научных исследований к публичному доступу

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Введение в специальность**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Монарх, Р., Р.; Машинное обучение с участием человека : практическое пособие.; ДМК Пресс, Москва; 2022; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=695334> (Электронное издание)
2. Шарден, Б., Б.; Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python : практическое пособие.; ДМК Пресс, Москва; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=578488> (Электронное издание)
3. Араки, М.; Занимательное машинное обучение : научно-популярное издание.; ДМК Пресс, Москва; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=602292> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Долганов, А. Ю., Берг, Д. Б.; Базовые алгоритмы машинного обучения на языке Python : учебно-методическое пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 09.03.01, 09.04.01 - Информатика и вычислительная техника, 09.03.03, 09.04.03 - Прикладная информатика, 09.03.04, 09.04.04 - Программная инженерия, 09.04.02 - Информационные системы и технологии.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2023 (10 экз.)
2. ; Машинное обучение на основе задач математического программирования : монография.; Наука, Москва; 2021 (2 экз.)
3. Вонсовский, С. В., Кацнельсон, М. И.; Квантовая физика твердого тела; Наука, Москва; 1983 (11 экз.)
4. Ашкрофт, Н., Мермин, Н., Михайлов, А. С., Каганов, М. И.; Физика твердого тела Т. 1 / пер. с англ. А. С. Михайлова под ред. М. И. Каганова. ; Мир, Москва; 1979 (4 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека

<http://www.gpntb.ru>

2. Российская национальная библиотека

<http://rsl.ru>

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<http://study.urfu.ru/view>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Введение в специальность

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Cisco C3750X-24 LAN Base to IP Base E-License ( L-C3750X-24-L-S)
2	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
3	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Машинное обучение для физиков**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Прищенко Данил Александрович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	теоретической физики и прикладной математики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 5 от 12.01.2024 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Прищенко Данил Александрович, Доцент, теоретической физики и прикладной математики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Базовые понятия теории машинного обучения и математической статистики	Базовые формулы статистики. Описание случай-ной величины на основе ее математического ожидания и дисперсии. Корреляция и ковариация, доверительные интервалы. Вероятность и правдоподобие, поиск оптимальных параметров распределения на основе алгоритма максимизации правдоподобия.  Классификация алгоритмов машинного обучения, основные типы решаемых задач и способы настройки параметров. Предварительная обработка данных. Стандартизация и алгоритмы семплирования.
P2	Алгоритмы, обучающиеся с учителем	Линейная регрессия, оптимизация параметров методом наименьших квадратов. Основная область применения алгоритма и ограничения. Модификация регрессии добавлением регуляризационного члена, накладывающего ограничения на коэффициенты. Полиномиальная регрессия, описание не-линейной динамики системы.  Регрессия Хьюбера, учет выбросов и ошибок в данных. Классификация данных на основе логистической регрессии.  Метод опорных векторов. Случаи линейной разделимости и не разделимости данных. Переход в спрямляющее пространство,

		<p>ядро преобразования. Связь метода с простейшей нейронной сетью.</p> <p>Методы ближайших соседей. Определение ближайших соседей при помощи перебора и построения деревьев. Область применения данных алгоритмов и их ограничения. Метод K-ближайших соседей в задачах классификации и регрессии. Классификация на основе центроид. Переход от Евклидовой метрики к более эффективной при помощи алгоритма Neighborhood Components Analysis.</p> <p>Деревья решений. Особенности построения деревьев для различного типа входных данных.</p> <p>Методы ансамблей. Случайный лес и классификация на основе голосования. Adaptive Boosting и Gradient Boosting алгоритмы, особенности их обучения и область применимости.</p>
Р3	Алгоритмы, обучающиеся без учителя	<p>Снижение размерности данных. Анализ главных компонент на основе диагонализации ковариационной матрицы и сингулярного разложения, простой итерационный алгоритм. Оценка доли сохраненной информации при переходе в новое пространство.</p> <p>Низкоразмерная визуализация данных при помощи алгоритма t-SNE, важные параметры метода и описание получаемых результатов. Расстояние Кульбака-Лейблера.</p> <p>Кластеризация данных. Алгоритм K-средних, особенности работы и обучения. Метод сдвига среднего, как модификация на случай неизвестного количества кластеров в данных. Алгоритмы, основанные на анализе плотности данных и не делающие предположение об изотропной структуре кластеров.</p> <p>Оценка качества кластеризации на основе сравнения полученных меток с исходными. Индекс Рэнда, взаимная информация, однородность, полнота и V-мера.</p> <p>Оценка качества кластеризации на основе анализа структуры данных. Коэффициент Силуэта, индекс Калински-Харабаса, индекс Дэвиса-Болдина.</p>
Р4	Нейронные сети	<p>Базовые понятия. Нейрон, синапс, функция активации, входные и выходные данные, функция потерь. Типы функций активации, советы по их использованию. Обзор существующих архитектур.</p> <p>Обзор исторически важных архитектур нейронных сетей. Перцептрон, особенности работы и аппаратная реализация. Алгоритм коррекции ошибки, теорема сходимости перцептрона. Обучение на примере логической функции XOR. Нейронная сеть Хопфилда, структура, особенности работы, обучение. Восстановление поврежденных образов. Предел памяти сети. Нейронная сеть Кохонена, примеры использования, геометрическая интерпретация.</p> <p>Нейронная сеть прямого распространения, предназначение и принципы работы. Алгоритм обратного распространения</p>



		<p>ошибки, стохастический градиентный спуск, скорость обучения и момент. Определение параметров оптимизационной процедуры на основе перекрестной проверки.</p> <p>Сверочная нейронная сеть. История исследования зрительной зоны головного мозга. Основные понятия: фильтр, карта признаков, рецептивное поле, свертка, подвыборка. Структура сети и принципы ее работы. Некоторые стандартны фильтры: определение границ, размытие, повышение резкости. Модификация метода обратного распространения ошибки.</p> <p>Рекуррентные нейронные сети. Базовая архитектура и принципы работы. Особенности алгоритма обратного распространения ошибки во времени и вытекающие ограничения на размер сети. Ячейки долгой краткосрочной памяти (LSTM) и управляемые рекуррентные блоки (GRU) для сохранения памяти сети об отдаленных событиях в прошлом.</p> <p>Ограниченная машина Больцмана. Особенности архитектуры, кодирование распределения вероятности входных данных при помощи параметров сети. Процесс обучения в случае входных векторов с бинарными коэффициентами.</p> <p>Автоэнкодеры. Латентное представление данных. Вариационные автоэнкодеры. Предварительная оптимизация модели при помощи ограниченной машины Больцмана.</p> <p>Тренировка нейронных сетей на основе обучения с подкреплением. Базовые алгоритмы и использование в теории игр.</p>
<p><b>P5</b></p>	<p>Анализ физических систем при помощи алгоритмов машинного обучения</p>	<p>Частичное обучение с учителем. Алгоритмы автоматической маркировки данных обучающего набора на основе наличия небольшого числа образцов, класс которых изначально известен.</p> <p>Восстановление уравнений движения частицы по имеющимся данным о ее траектории. Особенности выбора системы отсчета и метода оптимизации.</p> <p>Построение магнитных фазовых диаграмм в модели Изинга, Гейзенберга, а также при наличии анизотропного взаимодействия Дзялошинского-Мория. Определение фазовых переходов на основе анализа ошибки нейронной сети.</p> <p>Классификация динамических процессов, вызванных пикосекундными импульсами электромагнитного поля. Моделирование спиновой динамики системы.</p> <p>Использование автоэнкодеров для получения основной информации о системе, предсказание поведения при изменении параметров.</p> <p>Восстановление волновой функции квантовых спиновых гамильтонианов.</p> <p>Предсказание магнитных параметров соединения по кристаллографическим данным. Моделирование структуры материала, обладающего необходимыми параметрами.</p>

		<p>Нахождение атомных потенциалов и моделирование функционала электронной плотности. Определение энергии молекулярной атомизации.</p> <p>Моделирование логических функций на системе наночастиц золота. Особенности генетических алгоритмов оптимизации.</p>
<b>Р6</b>	Аппаратная реализация нейронных сетей	<p>Промышленная реализация нейронных сетей. Чипы ibm Synapse, intel LOINI, intel Pohoiki Beach. Структура, принципы работы и применение.</p> <p>Специфические реализации нейросетей: на основе когерентных нанофотонных схем и памяти с изменяемым фазовым состоянием.</p> <p>Реализация нейронной сети на квантовом компьютере</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ОПК-2 - Способен проводить под научным руководством исследования на основе современных методов в конкретной области профессиональной деятельности	Д-1 - Проявлять ответственность за проводимые исследования
			ПК-2 - Способен выбирать и применять подходящее оборудование, методы исследований и алгоритмы для решения задач в области физики конденсированного состояния	<p>З-3 - Дать обзор методов и средств проектирования программного обеспечения</p> <p>У-1 - Выбирать типовые решения и шаблоны разработки программного обеспечения с учетом специфики исследовательской задачи</p>

				П-1 - Иметь практический опыт проведения экспериментальных исследований, выполнения проектов и заданий по тематике разрабатываемой научной проблемы
--	--	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Машинное обучение для физиков

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Монарх, Р., Р.; Машинное обучение с участием человека : практическое пособие.; ДМК Пресс, Москва; 2022; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=695334> (Электронное издание)
2. Шарден, Б., Б.; Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python : практическое пособие.; ДМК Пресс, Москва; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=578488> (Электронное издание)
3. Орлов, А.; Машинное обучение для Больших Данных. ; 2016; <http://www.osp.ru/os/2016/01/13048651/> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Долганов, А. Ю., Берг, Д. Б.; Базовые алгоритмы машинного обучения на языке Python : учебно-методическое пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 09.03.01, 09.04.01 - Информатика и вычислительная техника, 09.03.03, 09.04.03 - Прикладная информатика, 09.03.04, 09.04.04 - Программная инженерия, 09.04.02 - Информационные системы и технологии.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2023 (10 экз.)
2. , Галушкин, А. И., Галушкин, А. И., Цыпкин, Я. З.; Нейронные сети: История развития теории : Учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Прикладные математика и физика".; ИПРЖР, Москва; 2001 (4 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека  
<http://www.gpntb.ru>
2. Российская национальная библиотека  
<http://rsl.ru>

### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://study.urfu.ru/view>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Машинное обучение для физиков

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Cisco C3750X-24 LAN Base to IP Base E-License ( L-C3750X-24-L-S)
2	Лабораторные занятия	Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Cisco C3750X-24 LAN Base to IP Base E-License ( L-C3750X-24-L-S)
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
--	--	--	--