|  |
| --- |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное  учреждение высшего образования  Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова |

Физический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**(межфакультетского учебного курса)**

**Ядерная физика и Человек**

***Nuclear Physics and Human***

*наименование дисциплины*

**Уровень высшего образования:** бакалавриат, магистратура, специалитет

**Направление подготовки:** все направления

*(код и название направления)*

**Профиль (направленность) ОПОП:** все

*(название направленности)*

Форма обучения: очная

**Автор:**

к.ф.м.н. Т. Ю. Третьякова, каф. общей ядерной физики (КОЯФ), доц.

Москва 2023

**Аннотация к рабочей программе дисциплины «Ядерная физика и Человек»**

Дисциплина «Ядерная физика и Человек» является межфакультетским курсом.

Цикл лекций представляет собой обзор фундаментальных вопросов современной физики атомного ядра. На основе новейших достижений собственно ядерной физики, физики элементарных частиц и астрофизики даются современные представления о свойствах атомных ядер, об их происхождении, превращениях и взаимодействии друг с другом. Рассмотрены перспективные направления дальнейших исследований физики атомных ядер, подробно освещаются вопросы практического использования достижений ядерной физики. Особое внимание уделено вопросам, связанным с искусственным интеллектом: история развития, ключевые понятия, примеры использования в фундаментальных и прикладных задачах ядерной физики.

Курс лекций рассчитан на студентов как естественнонаучных, так и гуманитарных специальностей, и не требует предварительных знаний свыше школьной программы.

**1. Цель освоения дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:**

Дисциплина направлена на формирование у студента универсальных компетенций:

– способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности (УК-1);

– способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия (УК-5);

– способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, формировать приоритеты личностного и профессионального развития (УК-7).

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО:**

Дисциплина **«Ядерная физика и Человек»** относится к вариативной части (естественнонаучному, социальному и экономическому блоку) основной профессиональной образовательной программы высшего образования по всем направлениям магистратуры (специалитета) МГУ имени М.В. Ломоносова.

Период – **1 (один) семестр обучения**.

**3. Объем дисциплины составляет:**

Объем дисциплины – 1 з.е. / 36 часов, из которых 24 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (24 часов – занятия лекционного типа), 12 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Вид промежуточной аттестации – **зачет**.

**4. Тематический план: структура дисциплины по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в соответствии с учебным планом)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование**  **разделов и тем дисциплины,**  **Форма промежуточной**  **аттестации по дисциплине** | **Номинальные трудозатраты**  **обучающегося** | | | **Всего академических часов** | **Форма текущего контроля успеваемости[[1]](#footnote-1) \*** |
| **Контактная работа  (работа во взаимодействии с преподавателем)**  **Виды контактной работы, академические часы** | | **Самостоя-тельная**  **работа**  **обучаю-**  **щегося,**  **академи-**  **ческие**  **часы** |
| **Занятия**  **лекционного**  **типа** | **Занятия**  **семинарского**  **типа / (в**  **интерактивной форме)** |
| Тема 1. **Природа материи** . | 2 | - | 1 | 3 | КО, В, Д |
| Тема 2. **Свойства атомных ядер** | 2 | - | 1 | 3 | Т, В, Д |
| Тема 3. **Ядерные превращения** | 2 | - | 1 | 3 | Т, В, Д |
| Тема 4. Я**дерная энергетика** | 2 | - | 1 | 3 | Т, В, Д |
| Тема 5. **Нуклеосинтез** . | 2 | - | 1 | 3 | Т, В, Д |
| Тема 6. **Радиация** | 2 | - | 1 | 3 | Т, В, Д |
| Тема 7. **Ядерная медицина** | 2 | - | 1 | 3 | Т, В, Д |
| Тема 8. **Космические лучи** | 2 | - | 1 | 3 | Т, В, Д |
| Тема 9. **Стандартная модель физики частиц.** | 2 | - | 1 | 3 | КО, В, Д |
| Тема 10. **Основы машинного обучения.** | 2 | - | 1 | 3 | Т, В, Д |
| Тема 11. **Искусственный интеллект.** | 2 | - | 1 | 3 | Т, В, Д |
| Тема 12. **Симметрии Природы** | 2 | - | 1 | 3 | Т, В, Д |
| Промежуточная аттестация:  **Зачет** |  |  |  |  | К, Т |
| **Итого** | **24** | **-** | **12** | **36** |  |

**5. Содержание разделов, тем дисциплины: краткое содержание дисциплины (темы** **межфакультетского учебного курса):**

1. **Природа материи**

Эволюция идей в физике. Масштабы окружающего мира. Две силы Природы: гравитация и электромагнетизм. Изменение представлений о пространстве и времени. Теория относительности.Квантовая физика

1. **Свойства атомных ядер**

Характеристики и модели атомных ядер. Свойства нейтрона. Рассеяние нейтронов, нейтронография.

1. **Ядерные превращения**

Закон радиоактивного распада. Альфа-, бета- и гамма- радиоактивность. Эффект Мессбауэра. Активационный анализ. Ядерные реакции, Механизмы ядерных реакций. Ускорители и детекторы.

1. **Деление ядер, ядерная энергетика**

Механизм деления ядер. Почему делятся тяжелые ядра. Радиоактивность продуктов деления. Цепная ядерная реакция. Ядерные реакторы. Атомная энергетика.

1. **Нуклеосинтез**

Распространенность элементов. Эволюция и состав Вселенной. Образование звезд. Почему светит Солнце? Реакции под действием нейтронов. s-процесс. r-процесс. Нуклеосинтез в современную эпоху.Взаимодействие релятивистских ядер. Реакции деления и синтеза. Синтез сверхтяжелых элементов.

1. **Радиация**

Взаимодействие излучения с веществом (дозы). Биологическое воздействие. Воздействие на человека. Риски. Естественный фон. Внутреннее облучение.

1. **Ядерная медицина**

Диагностика. Лучевая терапия.

1. **Космические лучи**

Солнечная погода, проблема космических полетов

1. **Стандартная модель физики частиц.**

Фундаментальные частицы и взаимодействия. Структура протона. Анализ в современном эксперименте

1. **Основы машинного обучения.**

Большие данные, нейронные сети.

1. **Искусственный интеллект.**

Машинное обучение и ядерная физика.

1. **Симметрии Природы**

Объединение взаимодействий. За рамками Стандартной Модели. Множественность Вселенных. Антропный принцип.

**6. Перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Каковы размеры атомов и атомных ядер?
2. В чем природа атомных спектральных линий?
3. Как устроен атом водорода?
4. Что такое энергия ионизации атома?
5. В чем заключается принцип запрета Паули?
6. В чем заключается принцип неопределенности Гейзенберга?
7. Как связаны время жизни частицы и ширина распада?
8. Нарисуйте диаграмму распада нейтрона.
9. Возможен ли бета-распад свободного протона? Почему?
10. Почему возможен распад протона в ядре?
11. Что такое энергия связи ядра?
12. Как зависит удельная энергия связи ядра от атомного номера Z?
13. Почему при делении тяжелых ядер выделяется энергия?
14. Чему равен характерный радиус действия ядерных сил?
15. Какие размеры имеют протон и электрон?
16. Напишите закон радиоактивного распада
17. Что такое α-распад?
18. Что такое β-распад?
19. Почему существуют радиоактивные ядра?
20. Чему равно время жизни свободного протона? Свободного нейтрона?
21. Какие частицы входят в состав атомного ядра?
22. Что такое изотопы? Приведите пример.
23. Почему в реакциях синтеза легких ядер выделяется энергия?
24. Что такое деление атомных ядер?
25. Почему при делении выделяется энергия?
26. Что такое цепная реакция? Каковы условия ее осуществления?
27. Зачем замедлять нейтроны?
28. Что такое коллайдер?
29. Зачем нужны ускорители ионов и элементарных частиц? Как их используют?
30. Как альфа-частица взаимодействует с веществом?
31. Что такое радиофармпрепарат?
32. Что такое «большие данные»?
33. Что такое нейронная сеть? Перечислите типы
34. Приведите пример системы искусственного интеллекта, созданной на основе физики высоких энергий.

**7. Ресурсное обеспечение:**

**Основная литература:**

1. Н.Н. Семенов, И.В. Петрянов. Неведомое на вашу долю. М. Педагогика 1974
2. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Н.П. Юдин. Частицы и атомные ядра. М. URSS. 2019.
3. О.А. Барсуков, Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии. М. Физматлит. 2011
4. Дж. Келлахер, Б. Тирни, Наука о данных, М, Альпина 2021.
5. Т. Таулли Основы искусственного интеллекта, СПб, БХВ-Петербург, 2021
6. A. Boehnlein, M. Diefenthaler, N. Sato, et al. Machine Learning in Nuclear Physics arXiv:2112.02309v2

**Дополнительные ресурсы:**

Сайт «Ядерная физика в Интернете» nuclphys.sinp.msu.ru

Сайт “Элементы”

**8. Преподаватели дисциплины:**

к.ф.м.н. Т. Ю. Третьякова, каф. общей ядерной физики (КОЯФ), доц.

1. Формы текущего контроля успеваемости – это: проверка конспектов лекций и первоисточников (статьи, монографии, учебника, книги и пр.) (ПК); контрольный (устный / письменный) опрос (КО); контрольная работа (КР); правовой диктант (ПД); презентация доклада, выступления, реферата (П); тестирование (решение тестовых заданий) (Т); коллоквиум (К); решение кейсов (конкретных практических ситуационных заданий) (РК); разработка исследовательского мини-проекта, отчет по нему (ИП); аналитический обзор официальной и исследовательской статистики и аналитики (АО); деловая игра (ДИ); выступление на научно-практической конференции (ВК). Формы текущего контроля успеваемости по всем темам дисциплины сопровождаются устными индивидуальными выступлениями (В) и групповой дискуссией (обсуждение противоречивых, проблемных тем и вопросов) обучающихся (Д). [↑](#footnote-ref-1)