

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 10.08.2023 16:07:39  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Б.Б.Педько

«30»

мая

2023 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

**Физический практикум по физике атомного ядра и элементарных частиц**

Направление подготовки

03.03.02 Физика

профиль

Физика конденсированного состояния вещества

Для студентов

3 курса, очной формы обучения

Составитель: д.х.н., профессор Орлов Ю.Д.

Тверь, 2023

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

*Целью* освоения дисциплины является:

создать фундаментальную базу знаний и навыков для более углубленного проведения экспериментальных исследований при решении практических задач.

*Задачами* освоения дисциплины являются:

- Обучение методам анализа и объяснения наблюдаемых в лабораторном практикуме физических явлений;
- Обучение работе с приборами и оборудованием физической лаборатории, с современной измерительной аппаратурой;
- Освоение различных методик физических измерений и экспериментов;
- Привить навыки экспериментального исследования физических явлений и процессов;
- Освоение процесса обработки экспериментальных данных, оценивания порядка изучаемых величин, определение точности и достоверности полученных результатов;
- Обучение основным принципам автоматизации и компьютеризации физического эксперимента, процессов сбора и обработки физической информации;
- Привить навыки оформления результатов эксперимента и составления отчетной документации;
- Изучение основных элементов техники безопасности при проведении экспериментальных исследований.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Физический практикум по физике атомного ядра и элементарных частиц» изучается в модуле Общая физика Блока 1. Дисциплины обязательной части учебного плана ООП.

Дисциплина «Физический практикум по физике атомного ядра и элементарных частиц» излагается на третьем курсе в первом семестре. При

прохождении физического практикума студенты самостоятельно воспроизводят на лабораторном оборудовании основные физические явления с последующим измерением физических величин, их числовой обработкой и анализом полученных результатов. Это создает фундаментальную базу знаний и навыков для более углубленного проведения экспериментальных исследований при решении практических задач.

Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение методов «Физический практикум по физике атомного ядра и элементарных частиц» необходимо как предшествующее, включают специальные курсы направления 03.03.02 – «Физика», относящиеся к дисциплинам по углублению профессиональных компетенций.

**3. Объем дисциплины:** 2 зачетные единицы, 72 академических часа, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** лабораторные работы 28 часов;

**самостоятельная работа:** 44 часа.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов; УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.	ОПК-1.1. Применяет базовые знания в области физико-математических наук для решения задач профессиональной деятельности.
ОПК-2. Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и	ОПК-2.1. Планирует и проводит экспериментальные исследования по заданной теме с учетом имеющейся экспериментальной

процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	базы; ОПК-2.3. Обрабатывает экспериментальные данные с применением специализированных программных продуктов; ОПК-2.4. Проводит анализ экспериментальных данных, используя базовые знания по физике; ОПК-2.5. Представляет экспериментальные данные в форме развернутого отчета.
--	--

## 5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Зачет в 6 семестре.

**6. Язык преподавания:** русский.

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

### 1. Для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лабораторные работы		
		всего	в т.ч. ПП	
Активность. Статистика регистрации ядерных излучений. ЛР № 1, 2, 6.	12	2		10
Спектрометрия ядерных излучений. ЛР № 3, 7, 8, 9, 10.	16	4		12
Ядерные реакции деления. Ядерная энергетика. ЛР № 4, 5.	16	2		14
Взаимодействие ядерного излучения с веществом. ЛР № 3, 7, 8, 9, 10.	13	3		10
Детекторы ядерных излучений. ЛР № 1, 2, 3, 7, 8.	15	3		12
<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>14</b>		<b>58</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа- наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Активность. Статистика регистрации ядерных излучений. ЛР № 1, 2, 6.	Лабораторные работы	Решение индивидуальных задач Мозговой штурм

Спектрометрия ядерных излучений. ЛР № 3, 7, 8, 9, 10.	Лабораторные работы	Решение индивидуальных задач Мозговой штурм
Ядерные реакции деления. Ядерная энергетика. ЛР № 4, 5.	Лабораторные работы	Решение индивидуальных задач Мозговой штурм
Взаимодействие ядерного излучения с веществом. ЛР № 3, 7, 8, 9, 10.	Лабораторные работы	Решение индивидуальных задач Мозговой штурм
Детекторы ядерных излучений. ЛР № 1, 2, 3, 7, 8.	Лабораторные работы	Решение индивидуальных задач Мозговой штурм

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

Форма проведения промежуточного контроля: студенты, освоившие программу курса, могут получить оценку по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положению о рейтинговой системе обучения ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

##### **Для проведения текущей и промежуточной аттестации:**

**УК-1.** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач:

УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;

УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

Для всех индикаторов один способ аттестации:

**Задание:** дайте ответы на вопросы.

1. Статистический спектр радиоактивного излучения.
2. Газоразрядные счетчики излучения.
3. Схема совпадений в экспериментальной ядерной физике.
4. Гамма-излучение ядер и внутренняя конверсия.
5. Взаимодействие гамма-излучения с веществом.

6. По данным о поглощении космического излучения в слое свинца оценить вклад жесткой и мягкой компоненты.

**Способ аттестации:** письменный

**Критерии оценки:**

- ответ полный, указаны и учтены все факторы, признаки и т.д. – 2 балла за вопрос
- аргументация допустимая, но имеются неточности – 1 балл
- допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности:

ОПК-1.1. Применяет базовые знания в области физико-математических наук для решения задач профессиональной деятельности.

**Задание:**

1. Виды бета-распада.
2. Прохождение легких заряженных частиц через вещество.
3. Альфа-распад.
4. Прохождение тяжелых заряженных частиц через вещество.
5. По данным о пробеге альфа-частиц в воздухе оценить их энергию.
6. По данным о поглощении гамма-излучения в свинце и алюминии оценить энергию гамма квантов.
7. Сравнивая активности, определить активность известного источника.
8. Космические лучи.
9. Сравнить поглощающую способность гамма излучения различной энергии в свинце и алюминии.

**Способ аттестации:** устный или письменный.

**Критерии оценивания:**

- ответ полный, указаны и учтены все факторы, признаки и т.д. – 2 балла за вопрос
- аргументация допустимая, но имеются неточности – 1 балл
- допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

ОПК-2. Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные:

ОПК-2.1. Планирует и проводит экспериментальные исследования по заданной теме с учетом имеющейся экспериментальной базы;

**Задание:**

1. Провести статистическую обработку данных излучения от слабого источника. Найти параметры распределения Пуассона.
2. По данным статистики излучения оценить основные параметры распределения Гаусса.
3. По регистрации излучения от двух источников оценить «мертвое время» счетчика Гейгера.
4. По данным поглощения бета излучения от различных источников в алюминии оценить энергию бета-частиц.

**Способ аттестации:** письменный

**Критерии оценки:**

- ответ полный, указаны и учтены все факторы, признаки и т.д. – 2 балла за вопрос
- аргументация допустимая, но имеются неточности – 1 балл
- допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

ОПК-2.3. Обрабатывает экспериментальные данные с применением специализированных программных продуктов;

ОПК-2.4. Проводит анализ экспериментальных данных, используя базовые знания по физике;

**Задание:** дайте ответ на вопросы.

1. Нахождение отношения массы электрона к массе протона по спектру водород-дейтериевой смеси.
2. Определить характеристики распределения Пуассона и Гаусса по данным радиоактивного распада от различных источников.
3. Определить энергию бета-излучения по поглощению в алюминии.
4. Сравнить активности двух источников радиоактивного излучения.

**Способ аттестации:** письменный

**Критерии оценки:**

- ответ полный, указаны и учтены все факторы, признаки и т.д. – 2 балла за вопрос
- аргументация допустимая, но имеются неточности – 1 балл
- допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

ОПК-2.5. Представляет экспериментальные данные в форме развернутого отчета.

**Задание:**

Оформить лабораторную работу в соответствии с методическими указаниями.

Представить ответы на контрольные вопросы.

**Способ аттестации:** письменный.

**Критерии оценивания:**

- работа оформлена согласно требованиям, представлены все разделы, проведены расчеты, построены графики, сформулирован грамотный вывод – 5 баллов
- работа оформлена небрежно, есть ошибки в вычислениях, сформулирован вывод – 3 балла
- работа оформлена небрежно, есть грубые ошибки, вывод неясно сформулирован и не согласуется с результатом работы – 1 балл



- работа оформлена частично, содержит много ошибок – 0 баллов

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### 1) Рекомендуемая литература

#### а) Основная литература:

1. Старовиков М. И. Введение в экспериментальную физику [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2008. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/379>.
2. Зайдель А. Н. Ошибки измерений физических величин [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2009. — 112 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/146>.
3. Зотеев, А. В. Общая физика: лабораторные задачи : учебное пособие для академического бакалавриата / А. В. Зотеев, В. Б. Зайцев, С. Д. Алекперов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 251 с. <https://biblionline.ru/book/B42EBC81-082E-4A3E-A415-3B76350B8DC6/obschaya-fizika-laboratornye-zadachi>

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика М., Физматлит, 2002.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=82991&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=82991&sr=1)

#### б) Дополнительная литература:

1. Иродов И. Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2016. — 416 с. — Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/99230#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/99230#book_name)

### 2) Программное обеспечение

#### а) Лицензионное программное обеспечение

#### б) Свободно распространяемое программное обеспечение

### 3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Научная библиотека ТвГУ: <http://library.tversu.ru/>
2. Электронная библиотека издательства Лань: <http://e.lanbook.com/>

3. 1.ЭБС«ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
4. 2.ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru> ;
5. Сайт издательского дома ЮРАЙТ: <http://www.biblio-online.ru/>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

6. механика в анимациях <http://physics.nad.ru/Physics/Cyrillic/mech.htm>
7. тесты по механике <http://physics.nad.ru/task3.html>
8. входной тест по механике <http://www.afportal.ru/physics/test/easy/2>

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

– *список лабораторных работ*

### **Лабораторные работы по курсам «Физический практикум по физике атомного ядра и элементарных частиц»**

1. Определение максимальной энергии  $\beta$  спектра.
2. Определение энергии  $\alpha$ - частиц по их пробегу.
3. Распределение Пуассона.
4. Определение энергии  $\gamma$ - излучения методом поглощения.

Деление урана 235 тепловыми и быстрыми нейтронами

– *методические указания к выполнению и оформлению лабораторных работ.*

В ходе выполнения общего физического практикума следует руководствоваться следующими правилами, предписывающими единую форму оформления отчетов студентами и порядок выполнения ими лабораторных работ. Эти правила распространяются при работе студентов в лаборатории «Механика».

Так, порядок выполнения лабораторных работ включает в себя следующие пункты:

1. Регистрация и получение учебного задания (преподаватель).

2. Ознакомление с основами теории исследуемого явления (описание лабораторной работы и рекомендуемая литература).

3. Изучение экспериментальной установки, правил работы с приборами, правил техники безопасности на рабочем месте (инженер лаборатории).

4. Изучение порядка выполнения работы (преподаватель).

5. Получение допуска к выполнению работы (контрольные вопросы Приложения 1) (преподаватель).

6. Выполнение измерений или задания и проверка на «разумность» полученных результатов.

7. Проверка расчетов и согласование результатов с преподавателем.

8. Оформление работы (письменный отчет) в отдельной тетради или двойном тетрадном листе бумаги в клеточку по установленной форме.

9. «Сдача» лабораторной работы преподавателю.

10. Оценивание. 1-ая оценка - экспериментальная часть работы, 2-ая – теоретическая часть работы и ее оформление или общий зачет.

Письменный отчет о проделанной лабораторной работе должен содержать:

1. Регистрационный номер и название работы.

2. Цель работы.

3. Приборы и оборудование.

4. Краткая теория (основная формула, закон и т.д.).

5. Схема (рис.) экспериментальной установки (с краткими пояснениями).

6. Результаты измерений (таблица, график и т.п.).

7. Вычисления (цифровая подстановка).

8. Расчет погрешности.

9. Вывод (с записью найденного значения физической величины с указанием погрешности).

– *требования к рейтинг-контролю.* В течение семестра два раза (на модульных неделях) необходимо:

- сдать преподавателю решения домашних задач, полученных из указанных сборников задач,

- ответить на вопросы. Пример вопросов:

1. Гамма-излучение ядер и внутренняя конверсия.
2. Взаимодействие гамма-излучения с веществом.
3. Космические лучи.
4. Сравнить поглощающую способность гамма излучения различной энергии в свинце и алюминии.
5. По данным о поглощении космического излучения?

## VII. Материально-техническое обеспечение

Базовая учебная лаборатория общей физики. Лаборатория ядерной физики №214 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Монитор 19 Samsung 943N TFT</li><li>2. Принтер лазерный Canon LBP-2900 A4</li><li>3. Компьютер iRU Corp 510 I5-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB 21.5"</li><li>4. Монитор 17" LG Flatron 1751SQ-SN Silver 1280*1024 550:1 250cd /8ms</li><li>5. Монитор ж/к 17" BenQ FP71G+ Silver-Black 1280*1024 500:1 (2 шт)</li><li>6. Системный блок AS P4-2.80GHz/2*256/80/AGP 256Mb/1,44/DVD+CDRW/клав.+мышь+коврик+сет</li><li>7. Установка для изуч. и анализа свойств материалов с помощью сцинтилляционного счетчика ФПК 13</li><li>8. Установка для изуч. работы сцинтилляционного счетчика ФПК 12</li><li>9. Установка для изучения абсолютно черного тела ФПК 11</li><li>10. Установка для изучения внешнего фотоэффекта ФПК 10</li><li>11. Установка для изучения космических лучей ФПК 1</li><li>12. Установка для изучения спектра атома водорода ФПК 09</li><li>13. Установка для изучения энергет. спектра электронов ФПК 05</li><li>14. Установка для определения</li></ol>	
---	--	--

	<p>длины пробега альфа-частиц ФПК 03</p> <p>15. Установка для определения резонансного потенциала методом Франка и Герца ФПК 02</p> <p>16. Устройство пересчетное двдвухканальное УС-6 (2 шт)</p> <p>17. Счетчик СБТ-10А (5 шт)</p> <p>18. Демонстрационный набор по радиоактивности</p> <p>19. Фотоэлектронная приставка ФЭП-10</p> <p>20. Модель звукового генератора</p> <p>21. Сканер Epson Perfection 1270 B11B166041</p> <p>22. Набор "Плутон"</p> <p>23. Системный блок P IV 1.8G Box/Asus P4B533/256Dimm DDR 2100/20Gb /7200/10/100/UHDC/FDD (4 шт)</p> <p>24. Системный блок Celeron D 2130 FSB533/DDR400/DIMM 256Mb/80Gb/DVD+CD-RW/FDD 3.5" 1.44Mb</p> <p>25. Системный блок HELiOS Profice VL310 In P2GHz.256Mb/40GB/CD-ROM 3.5.клавиатура,мышь оптическая</p> <p>26. Монитор 15" TFT Proview</p>	
--	--	--

### VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			