

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 13.06.2023 09:47:58  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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

Утверждаю:

Руководитель ООП



Б.Б.Педько

«28» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)  
**Физический практикум по атомной физике**

Направление подготовки  
03.03.03 Радиофизика

профиль

Физика и технология материалов и устройств радиоэлектроники

Для студентов  
3 курса, очной формы обучения

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

## **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 атомной физике» изучается в модуле Общая физика Блока 1. Дисциплины обязательной части учебного плана ООП.

Дисциплина «Физический практикум по атомной физике» 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 атомной физике» необходимо как предшествующее, включают специальные курсы направления 03.03.03 – «Радиофизика», относящиеся к дисциплинам по углублению профессиональных компетенций.

**3. Объем дисциплины: 3 зачетные единицы, 108 академических часов, в том числе:**

**контактная аудиторная работа:** лабораторные работы 51 час;

**самостоятельная работа:** 57 часов.

**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 процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	ОПК-2.1. Планирует и проводит экспериментальные исследования по заданной теме с учетом имеющейся экспериментальной 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 5 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. III	
Атом водорода. ЛР № 1, 2.	20	8		12
Спектры атомов. ЛР № 1, 2, 3, 7.	25	13		12
Молекулярные спектры ЛР № 4, 5.	18	8		10
Энергетические уровни атомов. ЛР № 1, 2, 3, 6, 8..	26	14		12
Корпускулярные и волновые свойства микрочастиц ЛР № 9, 10.	19	8		11
<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>51</b>		<b>57</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программах- наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Атом водорода. ЛР № 1, 2.	Лабораторные работы	Решение индивидуальных задач Мозговой штурм
Спектры атомов. ЛР № 1, 2, 3, 7.	Лабораторные работы	Решение индивидуальных задач

		Мозговой штурм
Молекулярные спектры ЛР № 4, 5.	Лабораторные работы	Решение индивидуальных задач Мозговой штурм
Энергетические уровни атомов. ЛР № 1, 2, 3, 6, 8..	Лабораторные работы	Решение индивидуальных задач Мозговой штурм
Корпускулярные и волновые свойства микрочастиц ЛР № 9, 10.	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. Энергия и импульс фотонов.
2. Постулаты Бора и их роль в истории становления квантовой теории.
3. Энергетическая диаграмма атомов.
4. По известному спектру дейтериево - водородной смеси оценить отношение массы протона к массе электрона.
5. По известному спектру водорода оценить постоянную Ридберга.

6. Какие линии спектра иона  $He^+$  в видимой области вы можете предсказать на основании теории Бора.

**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. Значение теории Эйнштейна фотоэффекта в становлении квантовой теории.
2. Значение опытов Франка и Герца в подтверждении боровской теории.
3. Опыты Дэвиссона – Джермера и их роль в подтверждении гипотезы де Бройля.
4. Спектры испускания и поглощения. Что дала спектроскопия для развития квантовой теории.
5. Боровская теория атома водорода – первый в истории физики вариант квантовой теории.
6. Квантование колебаний и вращений двухатомных молекул.
7. Факторы, приводящие к уширению спектральных линий.

**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:**

Предоставить план совместных работ по определению постоянной Планка на основе данных по внешнему фотоэффекту.

**Способ аттестации:** письменный

**Критерии оценки:**

<i>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</i>	<i>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</i>	<i>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</i>
План составлен грамотно с условием всей специфики поставленной задачи.	План составлен в основном грамотно, но не полностью учтена специфика возможностей каждого исследователя.	План составлен с существенными методическими недоработками.

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

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

**Задание 1:** дайте ответ на вопросы.

1. Используя полученные вольтамперные характеристики, найти импульсы фотоэлектронов выбиваемых светом с разной длиной волны.
2. С помощью известного спектра ртути построить колебровочную кривую спектрометра ИСП-30. Оценить его линейную зависимость в различных спектральных диапазонах.

3. Сравнить длины волн электронов, полученные по формулам де Бройля и Вульфа-Брэгга.
4. Имея контур спектральной линии, оцените ее ширину в нм, а также герцах и  $\text{см}^{-1}$

**Задание 2:**

Найти линейную корреляцию с помощью прикладных математических программ между величиной запирающего напряжения и частотой падающего света при внешнем фотоэффекте.

**Способ аттестации:** письменный

**Критерии оценки:**

<b>Высокий уровень (3 балла)</b>	<b>Средний уровень (2 балла)</b>	<b>Низкий уровень (1 балл)</b>
Полностью самостоятельно выполняет предложенное задание, используя рекомендованную преподавателем прикладную программу, и находит по результатам эксперимента постоянную Планка и оценивает погрешность.	При выполнении задания требуется консультация преподавателя. Находит по результатам эксперимента постоянную Планка и оценивает погрешность.	Требуется подробное разъяснение преподавателя при использовании прикладных программ и оценке погрешности.

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>
4. 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 атомной физике»**

1. Изучение спектра атома водорода. Определение постоянной Ридберга.
2. Изучение явления самопоглощения спектральных линий
3. Определение энергии диссоциации молекул йода.
4. Опыты Франка и Герца.
5. Фотоэффект.

*– 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.

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. Спектры испускания и поглощения. Что дала спектроскопия для развития квантовой теории.
2. Боровская теория атома водорода – первый в истории физики вариант квантовой теории.
3. Квантование колебаний и вращений двухатомных молекул.
4. Факторы, приводящие к уширению спектральных линий.
5. По данным опыта найдите длину волны света, которую излучает криптон, переходя из возбужденного состояния в основное.
6. По спектру молекулярного йода найти энергию его диссоциации.
7. Какие задачи решены при использовании в спектрометрах скрещенной дисперсии?

## **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</li></ol>	
---	---	--

	<p>космических лучей ФПК 1</p> <p>12.Установка для изучения спектра атома водорода ФПК 09</p> <p>13.Установка для изучения энергет.спектра электронов ФПК 05</p> <p>14.Установка для определения 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.			