

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики и методико-информационных технологий

«Методические аспекты преподавания квантовой физики»

АВТОРЕФЕРАТ


ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

студентки \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ 5002 \_\_\_\_\_ группы

направления (специальности) \_\_\_\_\_ 44 03 01 Педагогическое образование,  
профиль «Физика»


Института Физики  
Коневой Викторни Вячеславовны

Научный руководитель  
д.ф.-м.н. проф.  
должность, уч. степень, уч. звание

  
подпись, дата

Т.Г. Бурова  
инициалы, фамилия

Зав. Кафедрой  
д.ф.-м.н., проф.  
должность, уч. степень, уч. звание

  
подпись, дата

Т.Г. Бурова  
инициалы, фамилия

Саратов 2023

## **Введение**

Современный подход к преподаванию физики предполагает необходимость усовершенствования образовательного процесса. Традиционные методы уже не могут удовлетворить современные требования образования. В современном обществе доминирует информационный подход, который позволяет эффективно использовать новые образовательные технологии в процессе обучения. Применение новых методов и технологий помогает сделать обучающий процесс более эффективным и интерактивным, что позволяет улучшить качество обучения.

Роль новых технологий и методов в обучении физике заключается в том, что они позволяют сделать материал более доступным и наглядным для студентов. Внедрение интерактивных методов обучения позволяет студентам получать знания не только в теоретическом, но и в практическом плане. Кроме того, знание новых технологий и методов является ключевым фактором для развития технологического мышления, что может улучшить профессиональные возможности будущих выпускников и рационализировать их трудовую деятельность.

Однако, перед тем как внедрять новые образовательные технологии необходимо провести анализ традиционных форм преподавания физики и выявить их недостатки и преимущества. Новые методы и технологии должны быть грамотно сочетаны с уже существующими в образовательной практике. Наиболее эффективный подход к внедрению новых методов и технологий - нахождение баланса между традиционными и инновационными методами и средствами обучения.

При этом повышается роль развития критического мышления, которое позволяет сравнивать между собой имеющиеся факты и правильно интерпретировать их связи. В настоящее время произошло активное внедрение дистанционного обучения. Реализация такого формата обучения сопряжена с решением целого ряда технических и методических задач, одной из которых является разработка методического обеспечения отдельных

дисциплин, в частности, и такого сложного предмета как физика. Отсюда вытекает актуальность работ, направленных на развитие инновационной методики преподавания физики с использованием интерактивных методов обучения.

Современная концепция образования требует постоянной модернизации содержания, структуры и методики преподавания предметов. Однако, в настоящее время квантовая физика занимает недостаточно важное место в школьном курсе физики, несмотря на её огромное значение для современной науки. Теоретические идеи и понятия микромира настолько развиты, что они уже являются основой всего естествознания. Это подтверждается как развитием ядерной физики и физики элементарных частиц, так и применением этих знаний для объяснения эволюции Вселенной.

Однако, на данный момент школьный курс физики не удовлетворяет требованиям современной методики преподавания и науки. Определенные недостатки научного и методического характера приводят к поверхностному усвоению идей, понятий и знаний. Чтобы изменить эту ситуацию, необходимо включить квантовую физику ведущим разделом курса физики в средней школе. Для улучшения процесса обучения рекомендуется использовать современные компьютерные средства обучения, которые оптимизируют методику преподавания и содействуют более эффективному усвоению материала.

Таким образом, модернизация курса физики в школе, с упором на квантовую физику и использование компьютерных средств обучения, позволит значительно улучшить качество знаний, получаемых школьниками, и обеспечить их современной научной базой.

В заключение можно отметить, что использование новых образовательных технологий в обучении физике является неотъемлемой частью современного образовательного процесса. Применение новых методов позволяет сделать обучение более доступным и эффективным, а также способствует развитию технологического мышления. Однако, применение

новых методов и технологий должно быть обоснованным и грамотно сочетаться с традиционными методами.

*Цель:* исследовать методические аспекты преподавания квантовой физики.

*Задачи:*

- 1) исследовать теоретические аспекты раздела «Квантовая физика»;
- 2) проанализировать теоретический материал по данному разделу;
- 3) разработать план- конспект урока усвоения новых знаний;
- 4) проанализировать задачи различного уровня сложности;
- 5) разработать контрольно-измерительные материалы.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, двух разделов, заключения и списка использованных источников.

## **Основное содержание работы**

На курсе физики, посвященном строению вещества, в основном изучают молекулярный уровень. Для количественного описания газов, качественного описания жидкостей и твердых тел служит молекулярно-кинетическая теория. Раздел, посвященный строению вещества на атомном и субатомном уровнях, знакомит учащихся с этими уровнями. В теме "Атом и атомное ядро" вначале изучается строение атома с помощью теории Резерфорда-Бора, а затем после рассмотрения дуализма свойств микрочастиц, представляются современные представления о атоме.

Квантовую физику изучают в конце школьного курса физики, причем изучают впервые. На протяжении всего школьного курса физики учащиеся не встречались с дуализмом свойств частиц, вещества и поля, с дискретностью энергии, со свойствами ядра атома, с элементарными частицами.

Для повышения качества усвоения материала исключительно важно опираться на прежде полученные знания. К примеру, при изучении правил смещения при радиоактивном распаде и при изучении ядерных реакций важно опираться на законы сохранения массы и заряда. Перед исследованием строения атома уместно повторить тему центростремительного ускорения, законы Ньютона, закон Кулона, и т.д.

В средней школе изучение квантовой физики является достаточно сложной задачей для учащихся. Для улучшения усвоения данного раздела необходимо использование различных средств наглядности в учебном процессе. Тем не менее, количество демонстрационных опытов, которые может предоставить средняя школа при изучении данной темы, является невеликим. В этом случае необходимо широко использовать рисунки, чертежи, графики, фотографии треков, плакаты и диапозитивы, в качестве дополнительных средств зрительного восприятия материала. Однако учебный процесс не должен ограничиваться лишь использованием визуальных средств восприятия, поскольку эксперимент играет важную роль в понимании квантовой физики. Для облегчения усвоения материала следует объединять

использование различных средств наглядности и проведение демонстрационных опытов. Это поможет учащимся лучше понимать труднодоступный материал, связанный с квантовой физикой.

При сравнении двух учебников (Перышкин Е. М. 9 класс и Мякишев Г. Я. 11 класс) в данной области можно заметить некоторое совпадение тем, что подчеркивает важность изучения данного раздела. Важно отметить, что информация, которая содержится в каждом из учебников, нуждается в тщательном анализе и сопоставлении. Для избежания повторений следует обратить внимание на то, что информация в разных главах органично взаимосвязана и должна быть представлена в комплексе.

В учебниках 11 и 9 классов содержится информация о ядерных силах. В 11 классе данное определение ядерных сил встречается снова, что является повторением материала. При анализе всей главы можно выделить несколько тем, таких как закон радиоактивного распада, период полураспада, открытие нейтрона, изотопы, энергия связи атомных ядер и термоядерные реакции. Изучение данных тем в 9 классе и 11 классе различается по уровню углубления знаний. Полученный опыт изучения ядерных сил в 9 классе используется в 11 классе в качестве повторения основных понятий и принципов, что позволяет получить более глубокое понимание законов в данной области знаний.

В настоящее время наблюдается рост интереса к личностно-ориентированному развивающему обучению в образовательной среде. Данный подход к обучению ориентирован на индивидуальные потребности учащегося и его способности в усвоении знаний. Его популярность обусловлена несколькими объективными факторами.

Прежде всего, современное российское общество характеризуется быстрым развитием и требует от людей не столько конформности, сколько умения оставаться самим собой на фоне изменчивого социума. Такие условия делают необходимым формирование у детей ярко выраженной индивидуальности, которая позволит им успешно адаптироваться в будущем. Кроме того, личностно-ориентированное развивающее обучение позволяет

учитывать индивидуальные потребности и особенности каждого ученика, что способствует повышению качества образования.

Одним из главных преимуществ личностно-ориентированного подхода является его способность помочь детям развивать навыки самостоятельности и рефлексии. Такой подход к обучению стимулирует инициативность учащихся и побуждает их к активному поиску знаний. Он также помогает детям осознать свои сильные и слабые стороны, что очень важно для их дальнейшего профессионального и личностного развития.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что личностно-ориентированное развивающее обучение является эффективным инструментом в современном образовании. Он способствует улучшению качества обучения, развитию индивидуальных способностей и помогает детям успешно адаптироваться в быстро меняющемся социуме.

В настоящее время применение разноуровневых заданий становится все более актуальным в образовательном процессе. Это связано с тем, что учащиеся обладают разным уровнем интереса к изучаемому предмету, а также имеют различные способности, что затрудняет проявление их потенциала в полной мере. В связи с этим, был разработан метод, который предлагает ученикам создать на уроке «ситуацию успеха», основанную на личностном выборе и предоставлении заданий, адаптированных к их возможностям

Данный подход позволяет выявить не только конкретные знания по теме, но и проверить усвоение их в комплексе, а также прогнозировать результаты обучения. Кроме того, такие задания создают возможность для творческого применения знаний, что является побудительным мотивом к дальнейшему росту и самосовершенствованию.

Таким образом, применение разноуровневых заданий в образовательном процессе имеет множество преимуществ, таких как ориентация на личностный подход к каждому ученику, эффективность в процессе обучения и повышение мотивации.

В процессе обучения физике в школе одной из неотъемлемых частей является использование физических экспериментов (ФЭ) на уроке. Постановка эффективных и наглядных демонстрационных опытов является обязательной частью изучения нового материала и его закрепления.

Необходимо отметить, что проведение ФЭ на уроках физики играет важную роль в процессе обучения и позволяет учащимся лучше понять и запомнить новый материал. Однако, не всегда демонстрационный эксперимент организован правильно и имеет научную обоснованность. Поэтому, важно разработать четкую методику постановки эксперимента, учитывающую все его аспекты, включая методологическую и исследовательскую функции.

В целях повышения качества образования и эффективности обучения физике, необходимо проводить дополнительные исследования по методике и теории физики и использованию демонстрационных экспериментов на уроках. Это поможет определить наиболее эффективный и научно обоснованный подход к методике его постановки и реализации, а также повысит интерес к изучению физики у учащихся.

Таким образом, использование демонстрационных опытов в обучении физике является необходимым компонентом, позволяющим развивать экспериментальные умения и навыки учащихся, а также повысить понимание учебного материала.

### **Демонстрационный эксперимент по теме: «Законы внешнего фотоэффекта»**

**Цель:** изучение основных законов внешнего фотоэффекта.

**Описание установки и методики эксперимента:**

На оптической скамье установлены осветитель без конденсора и фотоэлемент Ф-26.

Электрическая цепь собрана по схеме (рисунок 6). Вольтметр с добавочным сопротивлением рассчитан на напряжение 350 В постоянного тока. Осветитель включен в сеть через регулятор напряжения (рисунок 7).



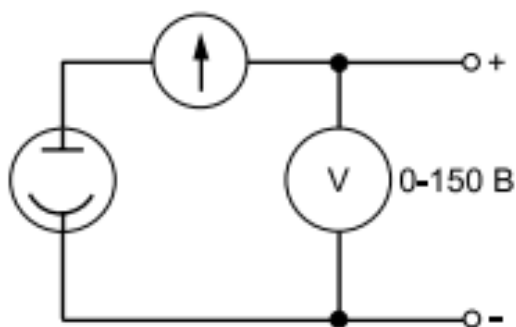


Рисунок 6 - Электрическая цепь

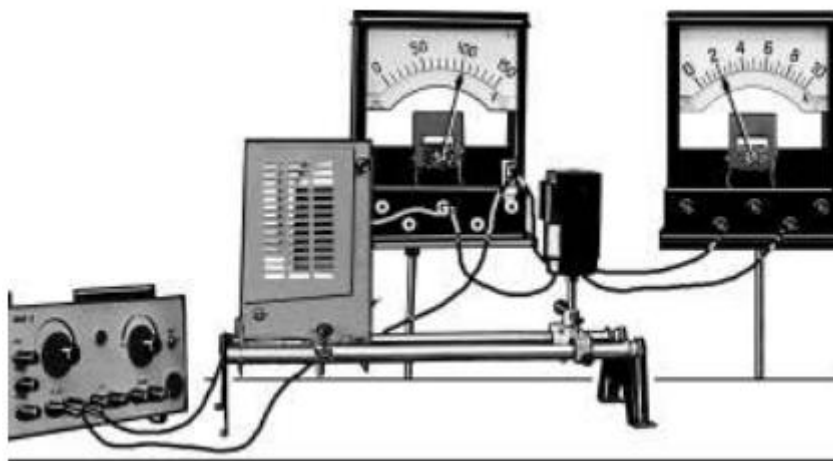


Рисунок 7 - Вольтметр с добавочным сопротивлением

Фотоэлемент освещают потоком света из осветителя. Напряжение на электродах фотоэлемента плавно увеличивают. Пропорционально возрастающему напряжению возрастает сила тока в цепи фотоэлемента.

При неизменном напряжении на электродах фотоэлемента изменяют напряжение питания осветителя. При уменьшении освещенности фотоэлемента фототок уменьшается.

При уменьшенной освещенности фотоэлемента напряжение на его электродах плавно увеличивают от нуля. Сначала сила фототока возрастает, затем, несмотря на продолжающееся увеличение напряжения на электродах фотоэлемента, фототок остается неизменным (ток насыщения).

Если опыт повторить, предварительно незначительно увеличив освещенность фотоэлемента, ток насыщения установится при меньшей разности потенциалов между катодом и анодом фотоэлемента.

Одним из методов обучения, который поможет учащимся понять суть происходящих явлений является лабораторная работа.

Термины «лаборатория», «лабораторный» связаны с использованием умственных и физических усилий для нахождения путей и средств для разрешения научных и жизненных задач.

Лабораторная работа - метод обучения, по которому учащиеся под руководством учителя и по определенному плану выполняют задания для закрепления теоретического материала по предмету. Лабораторная работа предполагает наличие элемента исследования.

### **Лабораторная работа по теме: «Внешний фотоэффект»**

Ознакомьтесь с теорией в конспекте. Запустите программу «Живая физика 1.1. Выберите «Квантовая физика», «Внешний фотоэффект».

#### **Цель работы:**

- Знакомство с квантовой моделью внешнего фотоэффекта;
- Экспериментальное подтверждение законов Столетова и закономерностей внешнего фотоэффекта;
- Экспериментальное определение красной границы фотоэффекта.

#### **Краткая теория:**

Фотоны — это частицы, кванты света, поток которых является одной из моделей электромагнитного излучения (ЭМИ).

Энергия фотона  $E = h\nu$ , где  $\nu$  — частота излучения,  $h$  — постоянная Планка,  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж. Энергия часто измеряется во внесистемных единицах «электрон-вольтах»:  $1\text{эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Дж. Масса фотона связана с его энергией соотношением Эйнштейна:  $E = mc^2$ , отсюда  $m = \frac{h\nu}{c^2}$ .

Импульс фотона:  $p = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda} = \frac{E}{c}$ , где  $\lambda$  - длина волны ЭМИ.

Фотоэффект является явлением вылета электронов из вещества (металла или фотокатода) при облучении его электромагнитным излучением, включая свет. В результате происходит вылет электронов, которые затем называются фотоэлектронами. В дальнейшем, для краткости, это явление будет называться просто фотоэффектом. При фотоэффекте энергия фотона используется для

отверждения электрона из металла и передачи ему кинетической энергии  $E: h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}(1)$ , как указано в формуле (1), также известной как формула (закон) Эйнштейна для фотоэффекта. Значение энергии фотона оказывается полезным при нахождении минимальной частоты электромагнитного излучения для возникновения фотоэффекта (красная граница), при которой энергия фотона достаточна для работы выхода  $h\nu = A_{\text{вых}}$ .

Запирающим (задерживающим) напряжением называется минимальное тормозящее напряжение между анодом вакуумной лампы (фотоэлемента) и фотокатодом, при котором отсутствует ток в цепи этой лампы, то есть фотоэлектроны не долетают до анода. При таком напряжении кинетическая энергия электронов у катода равна потенциальной энергии электронов у анода, откуда следует выражение:  $eU_{\text{зан}} = E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2}(2)$ , где  $e$  - заряд электрона,  $m$  - масса электрона, а  $v$  - максимальная скорость вылета электрона.

### Упражнение 1. Изучение законов Столетова.

#### Первый закон фотоэффекта (Столетова)

##### Ход работы:

1. Внимательно рассмотрите рисунок (рисунок 9) и зарисуйте схему опыта Столетова в свой конспект лабораторной работы.

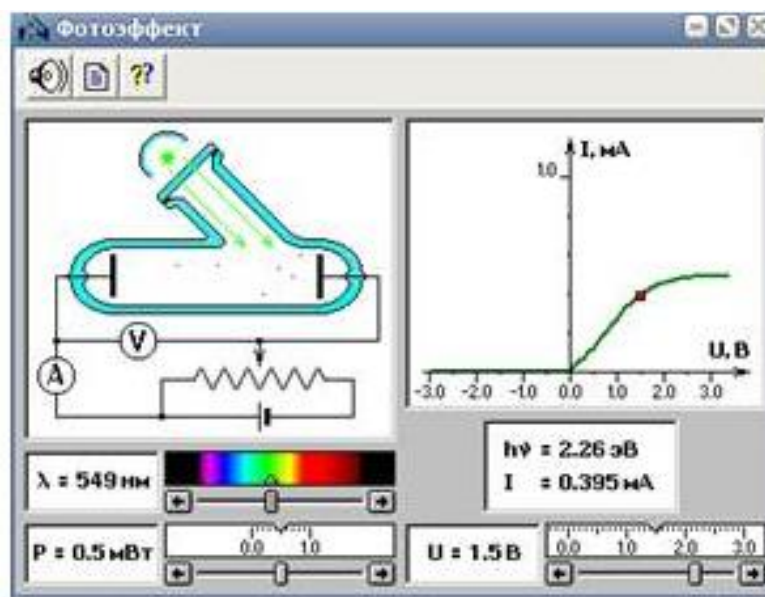


Рисунок 9 - Опыт Столетова

2. Проверьте на модели 1 закон Столетова: фототок насыщения прямо пропорционален интенсивности падающего на катод света.

3. Поставьте регулятором напряжения удобное значение силы тока насыщения (красная точка). Зацепите мышью движок регулятора интенсивности (мощности) облучения фотокатода (при постоянной длине волны), наблюдайте за вольтамперной характеристикой фотоэлемента.

4. Занесите в таблицу значения мощности излучения и силы тока насыщения (таблица 3).

5. Постройте график зависимости силы тока насыщения от мощности излучения для выбранной длины волны:  $I_{нас} = f(P)$  (рисунок 10). Пронаблюдайте результат для других частот.

6. Сделайте вывод и запишите в бланк выполнения лабораторной работы.

Таблица 3 - Результат наблюдения вольтамперной характеристики фотоэлемента

№ опыта	1	2	3	4
$I_{нас}, \text{ мА}$	0,791	0,633	0,475	0,316
$P, \text{ мВт}$	1,0	0,8	0,6	0,4

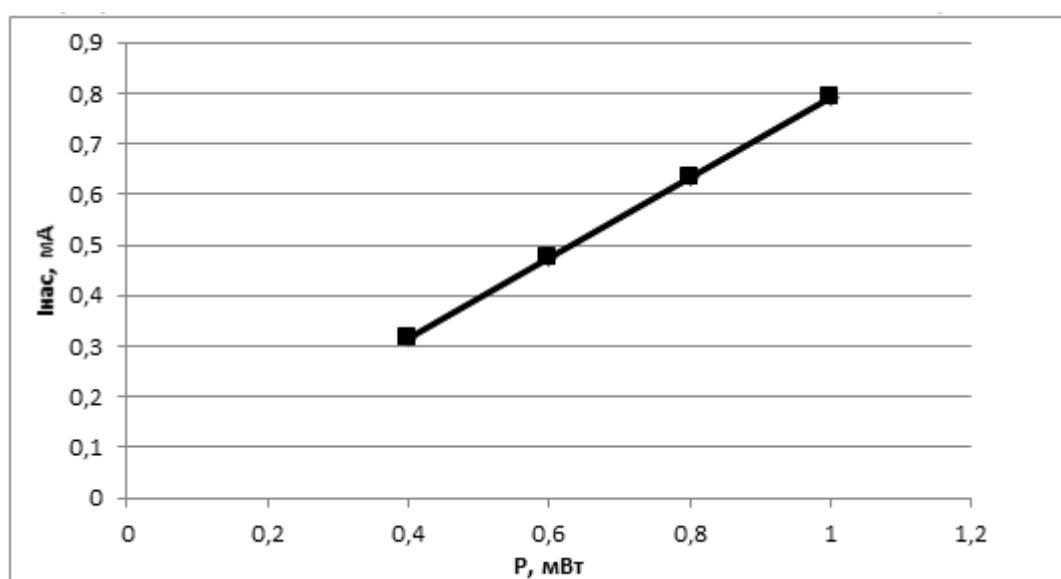


Рисунок 10 - График зависимости силы тока насыщения от мощности излучения

Оценка качества образовательных результатов является важным элементом образовательного процесса. Одним из ее компонентов являются контрольно-измерительные материалы (КИМ). Однако, перед тем как приступить к разработке КИМ, необходимо определить их место в системе оценки качества образования. КИМ представляют собой часть процедуры оценки образовательных результатов, а значит, их разработку следует рассматривать в контексте общего порядка проведения процедур оценки.

Для разработки КИМ необходимо решить комплекс задач последовательно. На первом этапе следует создать организационные, информационно-методические и технические условия для процесса разработки КИМ и определить необходимость его разработки. На втором этапе нужно актуализировать нормативные и теоретические основания разработки конкретного КИМ, сформировать структуру КИМ, включая необходимые компоненты, определить назначение, цель и задачи для использования КИМ, а также осуществить отбор заданий и конструирование диагностической работы.

На третьей стадии процесса необходимо провести экспертизу структуры и содержания КИМ, а также составить экспертное заключение. На следующем этапе - четвертом, предстоит осуществить апробацию сформированного КИМ и определить степень его готовности к использованию. Наконец, на пятой итоговой стадии планируется утвердить окончательный вариант КИМ для использования при проведении оценочной процедуры.

Выявление соответствия между степенью и уровнем достижения планируемых результатов по физике, заявленных в ГОС общего образования, и степенью и уровнем их достижения при освоении основной образовательной программы соответствующего уровня образования возможно благодаря использованию диагностической работы в структуре КИМ. Необходимо обратить особое внимание на этот аспект.

## Заключение

На основе проведенного исследования можно сделать ряд выводов об актуальности данной работы. Анализ теоретического материала учебников, содержащих раздел квантовой физики, послужил основой при разработке урока усвоения новых знаний по разделу «Квантовая физика: фотоэффект» и, может помочь молодым специалистам в разработке уроков по данному разделу, тем самым доказывая свою актуальность.

При разработке урока усвоения новых знаний по теме: «фотоэффект» главным ориентиром была разработка формы урока таким образом, чтобы при изменении формата проведения (очного, дистанционного) его сущность не менялась, что делает его удобным и доступным.

Пользуясь задачами различного уровня сложности, учитель может достичь планируемых результатов личностных универсальных учебных действий как предметных, так и метапредметных, а именно:

*регулятивные*: самостоятельно решать задачи, используя имеющиеся знания, контролировать свою деятельность по ходу выполнения задания

*личностные*: проявлять самостоятельность, рефлексивная самооценка учебной деятельности, выявление собственного «Я»

Разработанные материалы были задействованы в продолжении одной учебной четверти в ходе проведения открытого урока. Итоги эксперимента позволяют констатировать положительное влияние применения предлагаемого подхода к реализации обновленного содержания образования и методических разработок на эффективность усвоения знаний по указанному выше разделу физики 11 классе, которое выразилось, в частности, и в повышении познавательного интереса у обучающихся к предмету. В этой связи уместно утверждать, что предложенный комплекс методических материалов по физике позволил реализовать критерии нового педагогического подхода, в том числе, в условиях ограниченной дистанционной формы обучения и дал свой положительный эффект. Этим можно подтвердить практическую значимость данной работы

Школьный кабинет физики не всегда позволяет иметь в наличии специальное оборудование для проведения лабораторных работ по теме фотоэффект. Использование цифровых образовательных ресурсов позволяет, опираясь на виртуальную модель, определить красную границу фотоэффекта, зависимость силы тока насыщения от мощности излучения, зависимость кинетической энергии электрона от энергии фотона с помощью основных физических формул в условиях отсутствия необходимого оборудования, что также подчеркивает актуальность данной работы.

Разработанные материалы могут быть использованы для создания, проведения или улучшения уроков и из всего сказанного выше можно заключить, что практическая ценность работы доказана, а поставленные цели достигнуты.

#### **Список использованных источников**

1. Усеинов, Б., Солодовник, А., Дьяченко, Л. и Баянова, Е. 2021. Методические аспекты преподавания физики в современной школе в условиях очного и дистанционного обучения. Вестник «Физико-математические науки». 74, 2 (июль. 2021), 68-76.
2. Буров В. А. Фронтальные лабораторные занятия по физике в 7-11 классах общеобразовательных учреждений: книга для учителя / В. А. Буров, Ю. И. Дик, Б. С. Зворыкин и др.; под ред. В. А. Букова и Г. Г. Никифорова. - М.: Просвещение, 1996. - 368 с.
3. Абдулов Р. М., Абдулова Е. В. Использование современных технических средств в исследовательской и проектной деятельности в процессе обучения // Педагогическое образование в России. - 2014. - №1. - С. 135-140.
4. Недогреева Н. Г. Новые стандарты в предметной области «Физика»: учебное пособие / Сост. Б. Е. Железовский, Н. Г. Недогреева. – Саратов: Изд-во Издательский центр «Наука», 2012. – 58 с.

5. Хорошавин С. А. Демонстрационный эксперимент по физике: оптика. Атомная физика: кн. для учителя / С. А. Хорошавин. - М.: Просвещение, 2007. - 79 с.: ил. - (Библиотека учителя).
6. Педагогика: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов / Под ред. Ю. К. Бабанского. - М.: Просвещение. - 1983. - 608 с.
7. Перышкин А. В. Физика 9 класс: учебник / А. В. Перышкин, Е. М. Гутник. - М.: Дрофа, 2014. - 319 с.
8. Мякишев Г. Я. Физика 11 класс: учебник для общеобразовательных учреждений / Мякишев Г. Я., Чаругин В. М. - М.: Просвещение, 2008. - 399 с.
9. YouTube. (2018, март 26). Фотоэффект. Теория фотоэффекта: Физика 11 класс [Видео файл]. Взято из <https://yandex.ru/video/preview/5025229668100075095>
10. Савельев И. В. Курс общей физики. СПб.: Лань, 2007. Т. 5. 327 с.
11. Барсукова К. А. Лабораторный практикум по физике: учебное пособие для студентов вузов/ К. А. Барсукова, Ю. И. Уханов. М.: Высшая школа, 1988. 350 с.
12. Иродов И. Е. Квантовая физика. М.: Физматлит, 2002. 271 с.
13. Коваленко В. В. Методологические аспекты преподавания квантовой физики [Электронный ресурс]. URL: <https://uchimsya.com/a/jq5p2bar>. (Дата обращения: 09.05.2023).
14. Умарова Г. А. Совершенствование методики преподавания квантовой физики на основе компьютерных технологий в общеобразовательной школе / Автореферат. - Ташкент, 2008. 16 с.
15. Якласс - образовательный интернет-ресурс для школьников, студентов, учителей и родителей [Электронный ресурс]. URL: <https://www.yaklass.ru/>. (Дата обращения: 09.05.2023).
16. Бугаев А. И. Методика преподавания физики в средней школе: учебное пособие для студентов педагогических институтов по физико-



математическим специальностям. / А. И. Бугаев. - М.: Просвещение, 1981. - 288 с.: ил.

17. Глазунов А. Т. Методика преподавания физики в средней школе. Электродинамика нестационарных явлений. Квантовая физика: пособие для учителя. / А. Т. Глазунов, И. И. Нурминский, А. А. Пинский. - М.: Просвещение, 1989. - 269 с.: ил.

18. Буров В. А. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах. / В. А. Буров, Б. С. Зворыкин, А. А. Покровский, И. М. Румянцев. - М.: Просвещение, 1971. - 372 с.

19. Ефименко В. Ф. Методологические вопросы школьного курса физики. / В. Ф. Ефименко. - М.: Педагогика, 1976. - 224 с.

20. Иванова Л. А. Активизация познавательной деятельности учащихся при изучении физики: пособие для учителей. / Л. А. Иванова. - М.: Просвещение, 1983. - 160 с.: ил.

Кочев