

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**
Педагогический институт

Кафедра физики и методики ее преподавания

**МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛА «АТОМНОЕ ЯДРО»
В КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ**

АВТОРЕФЕРАТ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 451 группы
направления 44.03.01 «Педагогическое образование»,
профиль подготовки «Физика»
факультета физико-математических и естественно-научных дисциплин
Варданяна Сагатела Гайковича

Научный руководитель

канд. пед. наук

О.В. Пикулик

Зав. кафедрой

доктор физ.-мат. наук, профессор

Т.Г. Бурова

Введение

Актуальность исследования. Физическое образование сегодня сталкивается с необходимостью качественного обновления, диктуемого ФГОС. Раздел "Атомное ядро" - один из самых сложных и ключевых в школьной программе. Он знакомит учеников с достижениями ядерной физики и формирует современную научную картину мира. Однако практика показывает серьёзные трудности: высокая степень абстрактности понятий, невозможность непосредственного наблюдения ядерных процессов, сложность математических выкладок. Это требует от учителя владения разнообразными методическими приёмами. Актуальность работы определяется противоречием между сложившейся системой приёмов и современными запросами к качеству физического образования.

Цель работы - на основе анализа теоретического материала разработать примеры деятельности учителя для изучения раздела "Атомное ядро" в курсе физики средней школы.

Задачи:

1. Провести краткий обзор теоретического материала по изучению раздела.
2. Выявить основные затруднения учащихся при изучении ядерной физики и определить психолого-педагогические условия их преодоления.
3. Разработать примеры дидактических материалов для различных этапов усвоения материала.

Методологическая основа - труды И.М. Перышкина, В.А. Орлова, Г.Я. Мякишева, работы Л.С. Выготского, П.Я. Гальперина, концепции проблемного обучения М.И. Махмутова, а также ФГОС.

Методы исследования: теоретический анализ литературы, обобщение педагогического опыта, анкетирование, педагогическое наблюдение, тестирование, педагогический эксперимент.

Практическая значимость - разработанные конспекты уроков, картотека задач, тестовые материалы могут быть использованы в реальной практике преподавания физики.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Теоретико-методологические основы изучения раздела "Атомное ядро"

1.1. Место и значение раздела в структуре школьного курса физики

Раздел "Атомное ядро" - завершающий и наиболее сложный этап школьного курса физики. В 9 классе тема становится итогом раздела "Квантовые явления", в 11 классе - связующим звеном между классической электродинамикой, квантовой физикой и современными представлениями о фундаментальных взаимодействиях.

ФГОС фиксирует в обязательном минимуме: протонно-нейтронную модель ядра, изотопы, ядерные силы, энергию связи, дефект масс, радиоактивность, закон радиоактивного распада, период полураспада, ядерные реакции, цепную реакцию, термоядерный синтез, устройство ядерного реактора. На углублённом уровне добавляются дозиметрия, биологическое действие радиации.

Количество часов варьирует: в 9 классе (Перышкин) - 5-7 уроков, в 11 классе (Мякишев) - 8-10 часов, в профильных классах - до 16-18 часов. Дефицит времени - одна из главных проблем: учитель вынужден излагать более двух десятков новых понятий, учить решать задачи, организовывать эксперимент.

Значение раздела многогранно: он завершает формирование квантово-полевой картины микромира; знакомит с соотношением $E=mc^2$ на примере дефекта масс; формирует естественнонаучную грамотность (понимание радиационного фона, принципов защиты, работы АЭС); имеет профориентационный потенциал (атомная отрасль России); даёт межпредметные связи (химия, биология, математика, история); несёт мировоззренческий и воспитательный заряд.

1.2. Психолого-педагогические особенности восприятия учащимися материала раздела

Выявлены основные барьеры:

1. Высокая степень абстрактности. Учащиеся 9 класса (15-16 лет) находятся на переходе от конкретного к формально-логическому мышлению (Ж. Пиаже). Им трудно оперировать ненаблюдаемыми объектами. Одиннадцатиклассники испытывают трудности с вероятностными представлениями.

2. Конфликт с обыденными представлениями. Житейский опыт и курс химии закрепляют закон сохранения массы. Дефект масс воспринимается как "исчезновение" массы. Учитель должен чётко различать массу покоя и полную массу-энергию.

3. Антропоморфизм. Школьники представляют ядро твёрдым шариком, электроны - планетами, ядерные силы - клеем. Аналогии полезны, но нужно указывать их границы.

4. Перегруженность понятийного аппарата. За 6-12 уроков вводится 20-25 терминов (нуклон, изотоп, изобар, дефект масс, период полураспада и др.). Когнитивная перегрузка неизбежна без порционного введения и визуальных опор.

5. Математические трудности. Экспоненциальная запись (10-12), перевод единиц (а.е.м. в кг, МэВ в Дж), показательная функция 2 в степени t/T (в 9 классе не изучена), логарифмы.

6. Психологические барьеры. Слово "радиация" вызывает страх. Учитель должен формировать сбалансированное отношение: радиация - естественный фактор, страх - от незнания.

7. Возрастные различия. Девятиклассникам нужны внешние опоры (игра, модели), одиннадцатиклассникам - связь с современной наукой и философские аспекты.

1.3. Классификация методических приёмов, используемых при изучении раздела

Выделено шесть групп приёмов:

1. Приёмы введения новых знаний: рассказ с элементами беседы (переключение внимания каждые 5-7 минут), постановка проблемных

вопросов, исторические факты (открытие нейтрона Чедвиком), опорные конспекты, работа с понятиями (сравнение изотопов, изобаров).

2. Приёмы обеспечения наглядности: демонстрационный эксперимент (камера Вильсона, счётчик Гейгера), работа с нуклидными картами, видеофрагменты и компьютерные симуляции (PhET), материальные модели (бусины на пружинках с магнитами), рисование схем.

3. Приёмы формирования практических умений: разбор типовых алгоритмов (правила смещения), решение по образцу, качественные задачи, комментированное решение у доски, приём "ловушка" (избыточные данные), экспериментальные задачи (моделирование распада монетами).

4. Приёмы обобщения и систематизации: заполнение обобщающих таблиц (виды излучений), построение структурно-логических схем, кроссворды и кластеры, приём "Верно - неверно" (сигнальные карточки), физический диктант.

5. Приёмы контроля и самоконтроля: тестирование с ИКТ, взаимопроверка по образцу, самооценка по критериям, написание эссе.

6. Приёмы стимулирования познавательного интереса: ситуации удивления (энергия урана), привлечение жизненного опыта (йодная профилактика), игровые элементы, интегрированные уроки.

В работе также приведён исторический обзор методики: от довоенного периода (первые сведения о ядре) через 1950-1960-е годы (становление темы), 1970-1980-е (расцвет, проблемный подход, учебники Мякишева), 1990-е (кризис и первые компьютеры), 2000-е (проектный подход) до 2010-2020-х (ФГОС, деятельностный подход, цифровые ресурсы). Отмечен вклад Саратовского университета.

Глава 2. Примеры практической деятельности учителя физики

2.1. Урок открытия нового знания "Строение атомного ядра. Ядерные силы" для 9 класса

Представлена технологическая карта урока. Основные этапы:

Мотивация: отрывок из воспоминаний Резерфорда ("снаряд отскакивает от папиросной бумаги").

Актуализация и затруднение: если ядро лития состоит из трёх протонов, его масса около 3 а.е.м., но измерено около 7 а.е.м. Чего мы не знаем?

Постановка учебной задачи: "Узнать, какие частицы входят в состав ядра и что их удерживает".

"Открытие" нового знания: рассказ об открытии нейтрона Чедвиком (1932) и протонно-нейтронной модели (Иваненко, Гейзенберг). Игра "Собери ядро": пары собирают модели ядер Li-7, C-12, U-238 из карточек-протонов и нейтронов. Демонстрация модели ядерных сил (бусины на пружинках с магнитами): свойства - короткодействие, зарядовая независимость, насыщение.

Первичное закрепление: фронтальные вопросы (определить число протонов и нейтронов, найти изотопы).

Самостоятельная работа по вариантам с самопроверкой по эталону.

Домашнее задание: параграф 55 Перышкина, ответить на вопросы, творческое задание (модель ядра из пластилина).

2.2. Комбинированный урок "Энергия связи атомных ядер. Дефект масс" для 11 класса

Технологическая карта урока:

Мотивация: факт - в одном грамме дейтерия энергия, эквивалентная 6 тоннам бензина. Как это возможно?

Актуализация и затруднение: расчёт ожидаемой массы гелия (4,03188 а.е.м.) - табличное значение 4,00260 а.е.м. "Куда исчезла масса?"

"Открытие" нового знания: дефект масс $\Delta m = Z \cdot m_p + N \cdot m_n - m_{\text{я}}$; энергия связи $E_{\text{св}} = \Delta m \cdot c^2$; 1 а.е.м. = 931,5 МэВ. Игра "Энергетический аукцион": команды рассчитывают дефект масс и удельную энергию для He, Li, O, Fe, затем "продают" результат. Анализ графика удельной энергии связи (максимум у железа - A=56).

Первичное закрепление: фронтальные вопросы (дефект масс, расчёт энергии связи).

Самостоятельная работа трёх уровней (базовый для Не, повышенный для Li, творческий - оценка энерговыделения при делении урана).

Домашнее задание: параграф 62 Мякишева, задачи, мини-эссе.

2.3. Задачи по разделу "Атомное ядро"

Представлена система задач по этапам:

Этап 1. Ориентировка (алгоритмы). Разбор правил смещения для альфа-распада, бета-минус-распада, бета-плюс-распада, гамма-излучения. Задания: дописать реакцию (например, $Ra-226 \rightarrow ? + He-4 \rightarrow Rn-222$).

Этап 2. Расчётные задачи. Расчёт энергии связи и удельной энергии связи. Пример для He-4: $\Delta m = 0,02928$ а.е.м., $E_{св} = 27,3$ МэВ, $E_{уд} = 6,8$ МэВ/нуклон.

Этап 3. Закон радиоактивного распада. От простых (через целое число периодов) до сложных (с логарифмами). Пример экологической задачи: цезий-137 ($T=30$ лет), превышение в 20 раз. Решение: 2 в степени $t/30 = 20 \rightarrow t = 130$ лет.

Этап 4. Качественные задачи. "Почему альфа-излучение задерживается бумагой, а гамма-излучение - нет?" (разная ионизирующая способность).

Этап 5. Творческие задания. Составление задач учащимися по нуклидной карте.

2.4. Примеры использования игровых технологий

Урок-конференция "Ядерная энергетика: за и против". Класс делится на сторонников АЭС, экологов и независимых экспертов. Каждая группа готовит выступления (доля АЭС в энергобалансе, аварии, захоронение отходов, современные реакторы). Проводятся дебаты.

Деловая игра "Управление ядерным реактором" (бумажная модель). Используются карточки: ядра урана-235 (зелёные), нейтроны (белые), поглощающие стержни (серые), теплоноситель (синие). Команды

поддерживают коэффициент размножения около 1, регулируя стержни. Игра иллюстрирует критическую массу и управление цепной реакцией.

Викторина "Загадки микромира". Вопросы трёх уровней сложности (1, 2, 3 балла) и "кот в мешке". Примеры: "Назовите три вида излучения" (1 балл), "Объясните, почему природный уран не взрывается" (3 балла).

2.5. Демонстрационный эксперимент и его роль

Описаны реальные и модельные эксперименты:

Реальные опыты: камера Вильсона (наблюдение треков альфа- и бета-частиц), счётчик Гейгера (измерение фона и экранирования), электроскоп с радиоактивным источником (ионизация воздуха).

Модельные опыты (доступны любой школе): механическая модель опыта Резерфорда (шарики скатываются по желобу, отскакивают от шайб-"ядер"); моделирование радиоактивного распада монетами (выпавшие "орлом" - распавшиеся, строится экспоненциальный график); цепная реакция с мышеловками и шариками (лавинообразный процесс); цепная реакция из домино (одна костяшка опрокидывает две); модель ядерных сил (бусины на пружинках с магнитами).

2.6. Примеры проблемных ситуаций для уроков

1. Опыт Резерфорда и планетарная модель. Почему альфа-частица отскакивает назад, если атом по Томсону - "кекс с изюмом"? (Подводит к идее ядра).

2. Кулоновское отталкивание и стабильность ядра. Протоны отталкиваются, почему ядро не разлетается? (Ввод ядерных сил).

3. Дефект масс. Масса ядра меньше суммы масс нуклонов - нарушен закон сохранения? (Нет, это релятивистское обобщение $E=mc^2$).

4. Вероятностный характер распада. Можно ли предсказать, какое ядро распадётся? (Нет, распад принципиально случаен).

5. Цепная реакция и критическая масса. Почему природный уран (99,3% U-238) не даёт цепной реакции? (U-238 поглощает нейтроны без деления).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы решены все поставленные задачи:

1. Проведён анализ места раздела "Атомное ядро" в школьном курсе. Показано, что он обладает уникальным потенциалом, но сталкивается с дефицитом времени, абстрактностью материала и недостатком оборудования.

2. Выявлены психолого-педагогические барьеры: абстрактность, конфликт с обыденными представлениями, терминологическая перегрузка, математические трудности, возрастные особенности, эмоциональные барьеры (страх радиации).

3. Предложена классификация методических приёмов (шесть групп) и прослежена эволюция методики от 1930-х до 2020-х годов.

4. Разработаны практические материалы: два конспекта уроков (технологические карты для 9 и 11 классов), система задач (5 этапов), игровые сценарии (конференция, деловая игра, викторина), описания демонстрационных экспериментов (реальных и модельных), серия проблемных ситуаций.

Разработанные материалы могут быть использованы учителями физики в реальной практике.

Всего в списке источников представлено 29 наименований:

1. Агибова И. М., Крахоткина В. К., Боброва О. В. Использование цифровых образовательных ресурсов в курсе методики преподавания физики // Наука и школа. 2008. №6.

2. Буров В.А., Иванов А.И., Свиридов В.И. Фронтальные экспериментальные задания по физике. – М.: Просвещение, 1981. – 112 с.

3. Гальперин П.Я. Лекции по психологии: учебное пособие. – М.: КДУ, 2011. – 400 с.

4. Гладышева Н.К., Нурминский И.И. Методика преподавания физики в 9–11 классах средней школы. – М.: Просвещение, 1987. – 286 с.

5. Горбатюк Владимир Феофанович Виртуальный лабораторный

практикум // Вестник Таганрогского института имени А. П. Чехова. 2008. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnyy-laboratornyy-praktikum> (дата обращения: 11.04.2026).

6. Дрибинский Л.А. Демонстрационный эксперимент по ядерной физике в школе // Физика в школе. – 2015. – № 4. – С. 32–38.

7. Иванова Л.А. Активизация познавательной деятельности учащихся при изучении физики. – М.: Просвещение, 1983. – 128 с.

8. Ишханов Борис Саркисович Атомные ядра // Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. 2012. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/atomnye-yadra> (дата обращения: 21.01.2026).

9. Кабардин О.Ф., Орлов В.А., Пономарева А.В. Физика. 10–11 классы: учебник. – М.: АСТ, Астрель, 2018. – 381 с.

10. Каменецкий С.Е., Пурышева Н.С. Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы. – М.: Академия, 2000. – 368 с.

11. Махмутов М.И. Проблемное обучение. Основные вопросы теории. – М.: Педагогика, 1975. – 368 с.

12. Мултановский В.В. Проблема теоретических обобщений в курсе физики средней школы. – М.: Педагогика, 1992. – 144 с.

13. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М. Физика. 11 класс: учебник для общеобразоват. учреждений (базовый и профильный уровни). – М.: Просвещение, 2021. – 432 с.

14. Одинец В. П. О четырех физиках, участниках атомного проекта в СССР // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 1. Математика. Механика. Информатика. 2019. №31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-chetyreh-fizikah-uchastnikah-atomnogo-proekta-v-sssr> (дата обращения: 11.04.2026).

15. Орлов В.А., Никифоров Г.Г. Единый государственный экзамен. Физика: сборник заданий. – М.: Интеллект-Центр, 2022. – 224 с.

16. Перевалов Андрей Владимирович Методика формирования экологической культуры учащихся при изучении основ атомной и ядерной физики в средней школе // Известия ВГПУ. 2014. №6 (91). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-formirovaniya-ekologicheskoy-kultury-uchaschihsya-pri-izuchenii-osnov-atomnoy-i-yadernoy-fiziki-v-sredney-shkole>
(дата обращения: 21.01.2026).

17. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.07.2022 № 568 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования» (Зарегистрирован 17.08.2022 № 69675). URL: <https://edsoo.ru/rabochie-programmy/> (дата обращения: 05.03.2026).

18. Пономарев Ю.И. Метод проектов в обучении физике: теория и практика. – Саратов: Изд-во СГУ, 2015. – 164 с.

19. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики. – М.: Просвещение, 1988. – 112 с.

20. Федеральная рабочая программа по учебному предмету «Физика» базовый уровень. URL: <https://edsoo.ru/rabochie-programmy/> (дата обращения: 05.03.2026).

21. Федеральная рабочая программа по учебному предмету «Физика» углубленный уровень. URL: <https://edsoo.ru/rabochie-programmy/> (дата обращения: 05.03.2026).

22. Физика : 9-й класс : базовый уровень : учебник : издание в pdf-формате / И. М. Перышкин, Е. М. Гутник, А. И. Иванов, М. А. Петрова. – 4-е изд., стер.

23. Хуторской А.В. Современная дидактика: учебное пособие. – М.: Юрайт, 2019. – 406 с.

24. Цветков Л.А. Преподавание физики в 9 классе. – М.: Академия, 2003. – 256 с.

25. Шевченко Н.И. Использование информационных технологий на уроках физики // Информатика и образование. – 2018. – № 2. – С. 48–53.

