

**Частное общеобразовательное учреждение
«Газпром школа Санкт-Петербург»**



ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ

**«Интерактивная таблица
Менделеева»**

Выполнил:

Сугаипов Арсен

ученик 10 «В» класса

Руководитель проекта:

Вострикова Людмила Викторовна,

Учитель информатики

Санкт-Петербург
2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ | 5 |
| 1.1 Периодическая система химических элементов как информационная модель | 5 |
| 1.2 Технологии и методы создания интерактивных веб-приложений | 7 |
| 1.3 Веб-приложения как формат цифровых образовательных ресурсов | 9 |
| ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «ХИМИЧЕСКИЙ АССИСТЕНТ» | 11 |
| 2.1 Архитектура и структура приложения | 11 |
| 2.2 Реализация основных модулей | 13 |
| 2.3 Тестирование и результаты | 19 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 21 |
| Список литературы | 23 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 | 24 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2 | 25 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы: В современном школьном курсе химии периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева является основным инструментом изучения. Однако традиционные печатные таблицы и статичные онлайн-версии не позволяют использовать весь образовательный потенциал: информацию об аллотропных формах, историю открытий, практическое применение элементов и веществ.

Цель проекта состоит в том, чтобы разработать интерактивное веб-приложение «Химический Ассистент» - периодическую таблицу Менделеева с расширенными образовательными функциями для использования на уроках химии и самостоятельной работы учащихся.

Для достижения этой цели мы ставим перед собой несколько **задач**:

1. Изучить структуру периодической системы по актуальным данным международного союза теоретической и прикладной химии.
2. Спроектировать адаптивный интерфейс для работы на компьютерах, планшетах и смартфонах.
3. Реализовать интерактивное окно элемента с поддержкой аллотропных форм.
4. Разработать систему умного поиска, распознающего химические формулы и названия веществ.
5. Создать интерактивную таблицу растворимости с визуализацией реальных цветов осадков и растворов.
6. Интегрировать калькулятор молекулярной массы с технологией перетаскивания для компьютеров и сенсорным вводом для мобильных устройств.

7. Реализовать систему тем оформления с анимированным переходом между светлой и тёмной темами.
8. Добавить трехмерную визуализацию атомов с вращающимися электронными орбиталями.
9. Обеспечить работу без интернета через технологию прогрессивных веб-приложений.

Объектом нашего проекта является Процесс изучения химических элементов и их соединений учащимися десятого класса средней общеобразовательной школы, а **предметом** проекта является Информационная модель периодической системы химических элементов и методы её интерактивного представления с использованием веб-технологий.

В конечном итоге, **результатом** данного проекта является функционирующее веб-приложение «Химический Ассистент», объединяющее интерактивную таблицу Менделеева, таблицу растворимости, калькулятор молярной массы, уравнитель реакций и трёхмерную визуализацию атомов в едином интерфейсе, доступном через браузер без установки и подключения к интернету.

Методы исследования: Теоретические методы включают анализ научной литературы по неорганической химии, изучение стандартов веб-разработки и документации по прогрессивным веб-приложениям, а также сравнительный анализ существующих химических приложений.

Эмпирические методы представлены сбором обратной связи от одноклассников и учителя химии о дизайне интерфейса, удобстве навигации и визуальном оформлении, а также тестированием приложения на различных устройствах и в разных браузерах.

Практическая значимость: Созданное приложение может использоваться учащимися для подготовки к урокам, контрольным работам и олимпиадам по химии. Учителя могут применять его как цифровой образовательный ресурс на

уроках для демонстрации на интерактивной доске или в качестве домашних заданий. Приложение также подходит для самообразования, так как содержит более двадцати полей данных на каждый элемент, описание более сорока аллотропов и таблицу растворимости четырёхсот восьми веществ. Приложение работает полностью без интернета, является бесплатным и открытым, подходит для любых операционных систем и не требует установки — доступ осуществляется через браузер.

Новизна: В отличие от существующих аналогов, проект объединяет несколько уникальных особенностей. Во-первых, данные обновлены по состоянию на две тысячи двадцать пятый год, включая актуальные названия недавно открытых элементов. Во-вторых, в одном приложении собраны таблица Менделеева, таблица растворимости, калькулятор молярной массы, поиск и трёхмерная визуализация атомов. В-третьих, приложение полноценно работает как на компьютере с анимацией и технологией перетаскивания, так и на смартфоне с сенсорными жестами и компактным интерфейсом. В-четвёртых, проект использует чистый язык программирования без сложных фреймворков, что обеспечивает быструю загрузку и совместимость. В-пятых, реализован уникальный режим таблицы растворимости с визуализацией реальных цветов осадков и растворов, чего нет в других приложениях.

ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

1.1 Периодическая система химических элементов как информационная модель

Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева является фундаментальной основой школьного курса химии и ключевым инструментом систематизации знаний о свойствах химических элементов и закономерностях изменения этих свойств. На протяжении длительного времени таблица Менделеева использовалась преимущественно в виде печатных таблиц, что существенно ограничивало способы представления информации и возможности её углублённого анализа.

С точки зрения современных информационных технологий периодическую систему целесообразно рассматривать как информационную модель. Информационная модель представляет собой структурированное описание объекта реального мира в виде совокупности данных, параметров и устойчивых связей между ними. В данном случае объектом моделирования является совокупность химических элементов и их характеристик.

Каждый химический элемент может быть представлен в виде отдельной сущности с набором параметров. К таким параметрам относятся атомный номер, относительная атомная масса, химический символ, номер периода и группы, электронная конфигурация, тип элемента, а также физические и химические свойства. Формализованное описание элементов позволяет эффективно хранить, обрабатывать и визуализировать данные в цифровых приложениях.

Основные параметры химического элемента как объекта информационной модели представлены в таблице 1.

| Параметр | Описание |
|---------------|--|
| Атомный номер | Количество протонов в ядре атома, определяющее положение |

| | |
|-----------------------------|---|
| | элемента в периодической системе |
| Химический символ | Условное буквенное обозначение химического элемента |
| Относительная атомная масса | Средняя масса атома элемента по отношению к атомной единице массы |
| Период и группа | Положение элемента в таблице Менделеева |
| Тип элемента | Металл, неметалл или полуметалл |

Важной особенностью периодической системы является наличие устойчивых связей между элементами. Элементы, расположенные в одной группе, обладают сходными химическими свойствами, а элементы одного периода демонстрируют закономерное изменение характеристик при увеличении атомного номера. Эти связи являются неотъемлемой частью информационной модели и позволяют использовать периодическую систему не только как справочный материал, но и как инструмент анализа и прогнозирования свойств веществ.

Цифровое представление периодической системы существенно расширяет её функциональные возможности. В отличие от печатных таблиц, информационная модель в виде веб-приложения позволяет включать дополнительные уровни данных, такие как аллотропные формы элементов, история их открытия, области практического применения, а также визуализация строения атома и электронных оболочек. Это делает модель динамичной и адаптируемой под различные образовательные задачи.

Таким образом, рассмотрение периодической системы химических элементов как информационной модели создаёт теоретическую основу для разработки интерактивных веб-приложений. Такой подход позволяет перейти от статичного отображения информации к гибкой цифровой системе,

ориентированной на наглядность, структурированность и удобство использования в учебном процессе.

1.2 Технологии и методы создания интерактивных веб-приложений

Современные интерактивные веб-приложения представляют собой программные системы, которые функционируют непосредственно в браузере пользователя. Их создание основано на клиентской архитектуре, при которой основная логика обработки данных и взаимодействия с пользователем реализуется на стороне клиента.

Архитектура клиентских веб-приложений предполагает разделение функциональности на отдельные логические компоненты. Как правило, выделяются модули, отвечающие за хранение и обработку данных, управление состоянием приложения и отображение пользовательского интерфейса. Такой подход упрощает развитие проекта и делает его более устойчивым к изменениям.

Для наглядного представления структуры интерактивного веб-приложения целесообразно выделить его основные компоненты, которые представлены в таблице 2.

| Компонент | Назначение |
|----------------------------|---|
| Модуль данных | Хранение и обработка информации о химических элементах |
| Логика приложения | Обработка пользовательских действий и управление состоянием |
| Пользовательский интерфейс | Отображение информации и взаимодействие с пользователем |

Одним из ключевых аспектов разработки интерактивных веб-приложений является работа с данными. В приложениях, связанных с изучением химии, каждый элемент периодической системы содержит большое количество

параметров, которые должны быть быстро доступны и корректно отображаться. Использование структурированных данных позволяет эффективно управлять таким объёмом информации.

Неотъемлемой частью интерактивных веб-приложений является пользовательский интерфейс. Он обеспечивает взаимодействие пользователя с информационной моделью и должен быть понятным и наглядным. Для этого применяются такие приёмы, как цветовое кодирование, анимация, всплывающие информационные окна и интерактивные элементы управления.

Особое внимание при разработке уделяется адаптации интерфейса к различным типам устройств. Современные веб-приложения должны корректно работать как на персональных компьютерах, так и на мобильных устройствах с сенсорным управлением. Адаптивные интерфейсы позволяют изменять расположение элементов управления и способ отображения информации в зависимости от характеристик экрана.

Таким образом, технологии и методы создания интерактивных веб-приложений включают продуманную архитектуру, эффективную работу с данными и разработку удобного пользовательского интерфейса. Их применение позволяет создавать цифровые образовательные ресурсы, которые могут заменить традиционные статичные материалы и повысить удобство изучения сложных тем.

1.3 Веб-приложения как формат цифровых образовательных ресурсов

В последние годы веб-приложения получили широкое распространение в качестве цифровых образовательных ресурсов. В отличие от традиционных программных решений, они не требуют установки и запускаются непосредственно в браузере, что значительно упрощает доступ к учебным материалам.

Одним из ключевых преимуществ веб-приложений является их кроссплатформенность. Один и тот же ресурс может использоваться на компьютерах, планшетах и смартфонах независимо от операционной системы.

Это особенно важно в условиях школьного обучения, где учащиеся используют различные устройства.

Для наглядного сравнения форматов программных решений, используемых в образовательной среде, целесообразно рассмотреть их основные характеристики. Сравнение представлено в таблице 3.

| Критерий | Веб-приложение | Настольная программа |
|----------------------|----------------|------------------------|
| Установка | Не требуется | Требуется |
| Кроссплатформенность | Поддерживается | Ограничена |
| Обновление | Автоматическое | Ручное |
| Доступность | Через браузер | Через установленное ПО |

Дополнительным преимуществом современных веб-приложений является возможность автономной работы. С использованием технологий прогрессивных веб-приложений образовательный ресурс может функционировать без постоянного подключения к интернету. Это повышает надёжность его использования в учебном процессе и позволяет применять веб-приложение в условиях ограниченного доступа к сети.

Таким образом, веб-приложения представляют собой удобный и универсальный формат для создания цифровых образовательных ресурсов. Они обеспечивают доступность, наглядность и гибкость использования, что делает их подходящими для реализации интерактивных учебных проектов, ориентированных на современные требования образовательного процесса.

ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «ХИМИЧЕСКИЙ АССИСТЕНТ»

2.1 Архитектура и структура приложения

Приложение «Химический Ассистент» разработано с использованием клиентской архитектуры и реализовано на чистом JavaScript без применения сторонних фреймворков. Такое решение обусловлено несколькими причинами: минимальный размер итогового приложения (около 150 килобайт), совместимость с протоколом `file://` для локального запуска, отсутствие необходимости в этапе сборки и высокая скорость загрузки на устройствах с ограниченными ресурсами.

Проект имеет модульную структуру, состоящую из двадцати четырёх JavaScript-модулей, одиннадцати CSS-файлов и одного основного HTML-документа. Загрузка модулей осуществляется динамически через собственный загрузчик `script.js`, который последовательно подключает необходимые компоненты. Такой подход позволяет избежать использования синтаксиса `import/export`, что обеспечивает совместимость с локальным запуском без веб-сервера.

Архитектура приложения включает следующие основные группы модулей. Модуль данных (`elements.js`) содержит базу данных всех ста восемнадцати химических элементов с более чем двадцатью параметрами на каждый элемент: атомный номер, относительная атомная масса, электронная конфигурация, плотность, температуры плавления и кипения, кристаллическая структура, цвет, история открытия, применение и интересные факты. Отдельный массив хранит информацию о более чем сорока аллотропных модификациях элементов.

Группа модулей пользовательского интерфейса отвечает за отображение периодической таблицы, модальных окон, панели фильтров и плавающего меню быстрого доступа (FAB-меню). Визуальные модули реализуют анимацию фоновых частиц и трёхмерную модель атома с вращающимися электронными

орбиталями средствами Canvas API. Группа вычислительных модулей включает калькулятор молярной массы и уравнитель химических реакций.

Для обеспечения автономной работы приложение реализовано как прогрессивное веб-приложение (PWA). Файл манифеста (manifest.json) описывает метаданные приложения для установки на устройство, а Service Worker (sw.js) кэширует все ресурсы при первом посещении, после чего приложение полностью функционирует без подключения к интернету. Помимо веб-версии, создана десктопная сборка на базе платформы Electron для операционных систем Windows и Linux.

2.2 Реализация основных модулей

Центральным элементом приложения является интерактивная периодическая таблица, реализованная с помощью технологии CSS Grid. Каждый из ста восемнадцати элементов представлен в виде отдельной ячейки с цветовой кодировкой по десяти категориям: щелочные металлы, щёлочноземельные металлы, переходные металлы, постпереходные металлы, металлоиды, неметаллы, галогены, благородные газы, лантаноиды и актиноиды. Лантаноиды и актиноиды вынесены в отдельные строки под основной таблицей в соответствии с общепринятым представлением. Приложение поддерживает светлую и тёмную темы оформления с плавной анимацией перехода.

При нажатии на ячейку элемента открывается модальное окно с анимацией из точки клика. Окно содержит четыре информационные секции: базовая информация (номер, масса, период, группа, блок), физические свойства (плотность, температуры, цвет, кристаллическая структура), история и практика (открытие, происхождение названия, применение), а также интересные факты. Для элементов, имеющих аллотропные модификации, реализована система вкладок с возможностью переключения между формами. Например, для углерода доступны данные о графите, алмазе, фуллерене и графене.

Таблица растворимости реализована как полноэкранная модалка размером двадцать четыре на шестнадцать ячеек, содержащая информацию о трёхстах восьмидесяти четырёх соединениях. Заголовки строк (катионы) и столбцов

(анионы) зафиксированы с помощью CSS Sticky Positioning, что позволяет сохранять их видимыми при прокрутке. При нажатии на ячейку активируется подсветка крестовиной: выделяется вся строка и весь столбец, пересекающиеся в выбранной точке. Уникальной особенностью является режим отображения реальных цветов веществ: более ста соединений окрашены в цвета, соответствующие их внешнему виду в действительности. Чёрные сульфиды серебра и меди, жёлтые осадки иодида свинца и хроматов, голубые растворы солей меди, зелёные растворы солей никеля и железа, фиолетовый раствор перманганата калия — всё это визуализировано в интерфейсе приложения.

Система умного поиска распознаёт несколько типов ввода. При вводе химической формулы, например BaSO_4 , приложение автоматически открывает таблицу растворимости и подсвечивает соответствующее вещество. При вводе тривиального названия, например «хлорид натрия», система преобразует его в формулу NaCl и также отображает результат в таблице растворимости. Поиск также работает по названиям элементов, их символам, фактам и областям применения.

Калькулятор молярной массы поддерживает два способа ввода. На компьютере пользователь может перетаскивать элементы из таблицы в область калькулятора с помощью технологии Drag and Drop, а на мобильных устройствах — добавлять элементы касанием. Индексы каждого элемента в формуле редактируются непосредственно в интерфейсе. Уравнитель реакций принимает произвольное химическое уравнение и автоматически подбирает стехиометрические коэффициенты. Для быстрого знакомства с функцией встроены готовые примеры уравнений.

Трёхмерная визуализация атома реализована с помощью Canvas API. При открытии модального окна элемента на заднем плане отрисовывается анимированная модель атома с ядром и электронами, вращающимися по орбиталям. Количество электронных оболочек и электронов на них соответствует электронной конфигурации выбранного элемента. На фоне

основной таблицы отображается анимация летающих частиц с линиями соединений, создающая визуальную ассоциацию с молекулярными структурами.

Дополнительно реализована функция экспорта данных элемента в формат LaTeX, что позволяет учащимся и преподавателям использовать материалы приложения при подготовке научных работ и докладов. Экспортируемый файл включает таблицы свойств, формулы соединений из таблицы растворимости и форматирование через пакет mhchem.

2.3 Тестирование и результаты

Тестирование приложения проводилось в несколько этапов. На первом этапе выполнена проверка кроссбраузерной совместимости: приложение протестировано в браузерах Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari (iOS и macOS) и Microsoft Edge. Во всех браузерах подтверждена корректная работа всех функций, включая анимации, Drag and Drop и автономный режим.

На втором этапе проведено тестирование на различных устройствах: персональных компьютерах с экранами разного разрешения, планшетах и смартфонах. Адаптивный интерфейс корректно перестраивается в зависимости от размера экрана. На мобильных устройствах реализованы оптимизации: полноэкранный режим таблицы растворимости, учёт области выреза экрана (safe-area), уменьшенные размеры элементов управления и естественное поведение прокрутки с bounce-эффектами.

На третьем этапе собрана обратная связь от одноклассников и учителя химии. Пользователи отметили удобство навигации, наглядность визуализации цветов веществ в таблице растворимости и полезность калькулятора молярной массы при решении задач. По результатам обратной связи были внесены улучшения: увеличены размеры кнопок на мобильных устройствах, добавлена система готовых примеров в уравнителе реакций и реализованы дополнительные фильтры по категориям элементов.

Итоговая статистика проекта представлена в таблице 4.

| Параметр | Значение |
|------------------|----------|
| Элементов в базе | 118 |

| | |
|------------------------------------|---------|
| Аллотропных модификаций | 40+ |
| Соединений в таблице растворимости | 384 |
| Веществ с реальными цветами | 100+ |
| Строк кода | ~40 000 |
| Размер приложения | ~150 КБ |

Приложение опубликовано в открытом доступе на платформе GitHub по адресу <https://github.com/layfhaker/mendeleevtable> и доступно для использования через веб-интерфейс по ссылке <https://layfhaker.github.io/mendeleevtable/>.

Исходный код распространяется под лицензией МИТ, что позволяет свободно использовать, модифицировать и распространять приложение в образовательных целях.

Таким образом, в ходе практической работы реализовано полнофункциональное веб-приложение, объединяющее ключевые справочные и вычислительные инструменты школьной химии. Все поставленные задачи выполнены: создана интерактивная таблица со всеми ста восемнадцатью элементами, реализованы таблица растворимости с визуализацией реальных цветов, калькулятор молярной массы, уравнитель реакций, система поиска, трёхмерная визуализация атомов и автономный режим работы. Приложение успешно протестировано на различных устройствах и браузерах и готово к использованию в образовательном процессе.