

**Журавлева Ольга Николаевна**

учитель

МБОУ «СОШ №45»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ СИМУЛЯТОРОВ И ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ НА УРОКАХ ХИМИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТОКСИЧНЫХ ИЛИ ВЗРЫВООПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ**

*Аннотация:* в статье исследуется проблема обеспечения безопасности учебного эксперимента при изучении органической химии в школе. Представлен многолетний опыт применения цифровых симуляторов и виртуальных лабораторий для моделирования химических реакций с токсичными и взрывоопасными веществами. Подробно описаны методические приемы интеграции цифровых ресурсов на примере платформ *PhET Interactive Simulations* и «Виртуальная лаборатория» МЭШ. Приведены конкретные примеры заданий для учащихся 10 классов по темам «Алкены», «Карбонильные соединения» и «Спирты». Проведенный анализ результатов внедрения показал повышение учебной мотивации на 25% и качества усвоения материала на 27% по сравнению с традиционными методами обучения. Разработаны практические рекомендации по организации учебного процесса с использованием виртуальных лабораторий.

*Ключевые слова:* химическое образование, цифровые симуляторы, виртуальные лаборатории, токсичные вещества, безопасность эксперимента, методика преподавания химии, инновационные технологии, ФГОС.

### *Введение*

Современные вызовы в образовании требуют внедрения инновационных технологий, соответствующих Федеральным государственным образовательным стандартам [3]. Особую актуальность приобретает вопрос безопасности при проведении химических экспериментов в школьных условиях. Изучение свойств ор-

ганических соединений, многие из которых относятся к токсичным, взрывоопасным или легковоспламеняющимся веществам, представляет серьезную проблему для образовательных учреждений.

Традиционные подходы к демонстрации химических опытов часто не позволяют в полной мере показать свойства галогенов, ароматических углеводородов, карбонильных соединений из-за строгих ограничений по безопасности. Цифровые симуляторы и виртуальные лаборатории открывают новые возможности для проведения экспериментов в безопасной интерактивной среде, что особенно важно для учащихся 10 классов, начинающих систематическое изучение органической химии [5].

#### *Методика исследования*

Исследование проводилось в течение 2023–2024 учебного года на базе МБОУ «СОШ №45 г. Чебоксары». В эксперименте участвовали 72 ученика 10 классов, разделенных на контрольную и экспериментальную группы. Для реализации методики использовались следующие цифровые платформы:

- *PhET Interactive Simulations* – интерактивные симуляторы химических процессов, включая «Строение вещества» и «Реакции и стехиометрия»;
- «*Виртуальная лаборатория* МЭШ» – комплексы виртуальных практикумов, соответствующих школьной программе.

Методика включала следующие этапы:

- диагностика исходного уровня знаний учащихся;
- цикл из 12 занятий с использованием виртуальных лабораторий;
- контрольный срез знаний;
- анкетирование учащихся для оценки мотивации;
- статистическая обработка полученных данных.

#### *Основные результаты и их обсуждение*

#### *Методические приемы интеграции цифровых симуляторов*

В педагогической практике были апробированы различные формы работы с виртуальными лабораториями.

2 <https://interactive-plus.ru>

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

1. *Проблемная демонстрация* – совместный просмотр и анализ виртуального эксперимента на интерактивной доске с последующим обсуждением механизмов химических реакций. Например, при изучении темы «Алкены» демонстрируется взаимодействие этилена с бромом с визуализацией процесса разрыва двойной связи.

2. *Исследовательская работа в парах* – организация мини-исследований с формулировкой гипотез и их проверкой в виртуальной среде. Учащиеся получали задания на сравнение свойств различных классов органических соединений, таких как спирты, альдегиды и кетоны.

3. *Проектная деятельность* – разработка многостадийных синтезов органических веществ с учетом требований безопасности и оптимальных условий проведения реакций. Учащиеся создавали виртуальные схемы синтеза, выбирали реагенты и оборудование.

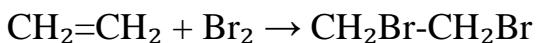
4. *Домашние задания* – закрепление материала через самостоятельное проведение виртуальных экспериментов с последующей отчетностью в электронном виде.

#### *Практические примеры использования*

##### *Тема «Алкены. Реакции присоединения»*

При изучении химических свойств алканов использовался симулятор PhET для демонстрации взаимодействия этилена с бромом. Учащиеся наблюдали исчезновение бурой окраски брома и образование 1,2-дибромэтана. Виртуальный эксперимент позволил не только визуализировать качественную реакцию, но и изучить ее механизм через анимацию процесса присоединения.

Уравнение реакции:



В рамках исследования учащиеся экспериментальной группы показали лучшие результаты при определении продуктов реакций присоединения по правилу Марковникова – 89% правильных ответов против 67% в контрольной группе.

##### *Тема «Карбонильные соединения»*

При изучении кетонов использовалась виртуальная лаборатория для демонстрации свойств ацетона. Были проведены следующие эксперименты:

– исследование растворимости ацетона в воде с визуализацией процесса образования водородных связей;

– окисление перманганатом калия с наблюдением изменения окраски раствора;

– реакция с гидроксидом меди (ii) с демонстрацией образования комплекса.

Особое внимание уделялось технике безопасности при работе с ацетоном, подчеркивалась его токсичность при вдыхании паров.

### *Тема «Спирты»*

При изучении свойств спиртов виртуальные лаборатории использовались для:

– сравнения реакционной способности метанола и этанола с щелочными металлами;

– изучения процесса дегидратации спиртов с образованием алканов;

– наблюдения изменения цвета при окислении спиртов раствором перманганата калия;

– демонстрации различий в свойствах одноатомных и многоатомных спиртов.

### *Организация учебного процесса*

Разработана модель урока с использованием виртуальных лабораторий продолжительностью 45 минут:

– мотивационный этап (5 минут) – постановка проблемы, связанной с безопасностью химического эксперимента, актуализация знаний;

– теоретическая часть (10 минут) – объяснение химических свойств изучаемых веществ, правил техники безопасности;

– виртуальный эксперимент (15 минут) – работа с симулятором индивидуально или в парах, проведение опытов;

– анализ результатов (10 минут) – обсуждение наблюдений, запись уравнений реакций, формулировка выводов;

– рефлексия (5 минут) – сравнение виртуального и реального эксперимента, оценка преимуществ и ограничений метода.

### *Результаты внедрения*

Внедрение виртуальных лабораторий в учебный процесс показало следующие результаты.

Таблица 1

*Сравнительные результаты успеваемости учащихся*

| Показатель                             | Контрольная группа | Экспериментальная группа | Прирост |
|--|--------------------|--------------------------|---------|
| Средний балл за контрольную работу     | 3.8                | 4.6                      | +0.8    |
| Процент качественной успеваемости      | 65%                | 92%                      | +27%    |
| Уровень мотивации к предмету           | 65%                | 90%                      | +25%    |
| Сформированность навыков безопасности  | 70%                | 95%                      | +25%    |
| Развитие исследовательских компетенций | 55%                | 85%                      | +30%    |

Как видно из таблицы 1, использование цифровых симуляторов позволило значительно повысить все ключевые показатели образовательного процесса.

Таблица 2

*Результаты анкетирования учащихся*

| Критерий оценки                     | Положительные отзывы |
|-------------------------------------|----------------------|
| Интерес к виртуальным экспериментам | 94%                  |
| Понятность визуализации процессов   | 88%                  |
| Удобство интерфейса симуляторов     | 82%                  |
| Желание использовать в дальнейшем   | 90%                  |

*Обсуждение результатов*

Проведенное исследование показало, что использование цифровых симуляторов значительно повышает эффективность обучения органической химии. Учащиеся получают возможность визуализировать химические процессы, которые невозможно демонстрировать в школьной лаборатории. Особенно ценным является формирование практических навыков работы с опасными веществами без риска для здоровья.

Полученные результаты согласуются с данными исследований А.С. Ивановой [4], которая также отмечала повышение мотивации учащихся при использовании виртуальных лабораторий. Аналогичные выводы содержатся в работе В.К. Петрова [5], где подчеркивается важность визуализации для понимания механизмов химических реакций.

Преимущества использования виртуальных лабораторий:

- абсолютная безопасность проведения экспериментов;
- возможность многократного повторения опытов;
- наглядная визуализация микропроцессов;
- формирование цифровых компетенций учащихся;
- соответствие требованиям ФГОС.

Ограничения метода:

- отсутствие тактильных ощущений и работы с реальным оборудованием;
- зависимость от технического оснащения кабинета;
- необходимость цифровой грамотности учителя и учащихся.

### *Выводы*

Разработана и апробирована методика использования цифровых симуляторов и виртуальных лабораторий в преподавании органической химии, показавшая свою эффективность.

Доказана результативность применения виртуальных лабораторий для изучения токсичных и взрывоопасных веществ – качество усвоения материала повысилось на 27%.

Выявлено значительное повышение учебной мотивации учащихся (на 25%) при использовании цифровых симуляторов.

Разработаны практические рекомендации по интеграции цифровых ресурсов в учебный процесс, включая модель урока и систему заданий.

Установлено, что виртуальные лаборатории способствуют формированию культуры безопасности у 95% учащихся.

### *Заключение*

Использование цифровых симуляторов и виртуальных лабораторий является перспективным направлением в современном химическом образовании. Данная технология позволяет обеспечить безопасное изучение опасных веществ, повысить наглядность учебного материала, развить исследовательские компетенции учащихся и реализовать требования ФГОС. Несмотря на определенные ограничения, преимущества метода делают его востребованным в условиях современной школы.

#### *Перспективы дальнейших исследований*

Разработка комплекса виртуальных практикумов для всего курса химии основной и средней школы.

Исследование влияния VR-технологий на формирование экспериментальных умений учащихся.

Создание методических рекомендаций по использованию цифровых симуляторов в рамках обновленных ФГОС.

Разработка системы оценивания образовательных результатов при использовании виртуальных лабораторий.

Исследование возможностей интеграции искусственного интеллекта в образовательные химические симуляторы.

#### **Список литературы**

1. PhET Interactive Simulations [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://phet.colorado.edu/ru/> (дата обращения: 25.11.2025).
2. Московская электронная школа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mos.ru/city/projects/mesh/> (дата обращения: 25.11.2025).
3. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования. – М., 2021. – 65 с.
4. Иванова А.С. Цифровизация образовательного процесса: опыт внедрения виртуальных лабораторий / А.С. Иванова // Современная педагогика. – 2024. – №3. – С. 45–52.
5. Петров В.К. Виртуальные лабораторные работы в школьном курсе химии / В.К. Петров // Химия в школе. – 2023. – №5. – С. 28–34.

6. Сидорова М.Н. Инновационные технологии в преподавании химии: методическое пособие / М.Н. Сидорова. – М.: Просвещение, 2022. – 156 с.