

Моделирование как основа совершенствования знаний обучающихся в химии

(на примере тем «Предельные и непредельные углеводороды», 10 класс)

Татарина Туйаара Владимировна, учитель биологии и химии, tyara-tatarinova@mail.ru

Аннотация. Выявление особенностей применения метода моделирования в общеобразовательной школе для совершенствования химических знаний учащихся на тему «Предельные и непредельные углеводороды». В статье разработаны методические пути и условия для совершенствования химических знаний учащихся по курсу органической химии методом моделирования, проведен педагогический эксперимент и выявление эффективности использования онлайн конструктора 3D - моделирования для совершенствования химических знаний обучающихся.

Ключевые слова: совершенствование знаний, моделирование в химии, органическая химия.

Актуальность исследования обусловлена новыми требованиями ФГОС к результатам, структуре и условиям освоения основной образовательной программы. В этой связи актуальным становится рассмотрение путей и условий совершенствования знаний обучающихся по химии.

Целью исследования является нахождение оптимальных методических путей и условий совершенствования знаний обучающихся по химии через использования метода моделирования (на примере темы «Предельные и непредельные» углеводороды).

Задачи:

1. Проанализировать научно-методическую литературу, касающуюся проблемы совершенствования знаний обучающихся и моделирования;
2. Обосновать использования метода моделирования при изучении курса органической химии для совершенствования знаний обучающихся по химии;
3. Разработать методические пути и условия для совершенствования химических знаний обучающихся по теме «Предельные и непредельные углеводороды» методом моделирования

4. Поставить педагогический эксперимент и выявить эффективность использования онлайн конструктора 3D-моделирования для совершенствования химических знаний учащихся

Совершенствование знаний – это процесс, направленный на улучшение полученных знаний, используя различного рода методик, технологий, средств и форм обучения. В этой связи в рамках задач нашего исследования необходимо рассмотреть одну из оптимальных технологий совершенствования (улучшения) знаний обучающихся – метод моделирования.

В процессе моделирования у учащегося формируется предметная химическая грамотность, развивающая представление о том, что окружающий мир состоит из веществ, которые обладают определённой структурой и способны к взаимным превращениям. Также формируется химическое мышление, умение анализировать явления окружающего мира в химических терминах, возможность говорить и думать на химическом языке.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование на уроках химии в общеобразовательной школе методов моделирования в настоящее время имеет большое значение.

Согласно задач исследования, с помощью выбранных нами материалов 3D-моделирования можно совершенствовать химические знания обучающихся. Содержание материалов онлайн конструирования моделей соответствует принципам научности, доступности и профессиональной ориентации.

Одним из основных условий успешного проведения урока с использованием 3D-моделирования является хорошая подготовка к ней учителя. Для подготовки наших уроков вначале определили цель и ожидаемые результаты, затем детально разработали содержание. Для разработки 3D-моделей определен учебный материал, который учащиеся должны усвоить на уроке, определены какие умения и навыки, учащиеся могут приобретать.

В системе уроков 3D-моделирования выполняет ряд важнейших дидактических функций:

- Реализует принцип наглядности обучения;
- Повышает наивность обучения;

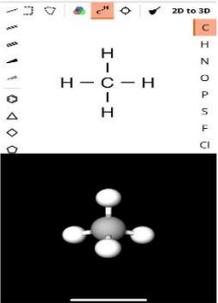
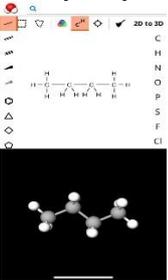
- Расширяет кругозор учащихся;

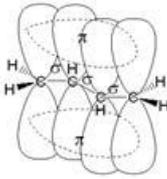
- Играет значительную роль в меж предметных связях [Городилова, 2005].

Урок требует четкого планирования. При составлении плана урока, учитель должен, прежде всего, определить время проведения каждой из них, и отметить его в календарном плане изучения соответствующей темы. Организация и проведения урока состоит из трех этапов: подготовительного, непосредственно проведения и заключительного этапа подведение итогов урока [Леташкова, 2009]. Ниже приводим пример поурочного планирования темы «Предельные и непредельные углеводороды» с использованием 3D-моделирования (Таблица 2.2.1)

Таблица 1

Поурочное планирование темы «Углеводороды и их природные источники» с использованием 3D-моделирования (УМК О. С Габриеляна) 10 класс (базовый)

№	Тема урока	Цель урока	Деятельность учителя (В применении моделирования)	Деятельность учащихся	Планируемые результаты обучения
1	Алканы	Закрепить и развить знания о ТХС органических соединений на примере предельных углеводородов. Сформировать понятия о пространственном строении органических соединений, гомологах, sp ³ -гибридизации, тетраэдрическом строении молекулы метана. Научить различать гомологи и изомеры, называть их, пользуясь международной номенклатурой.	демонстрирует построение молекулы, чтобы научить пользоваться конструктором  Почему при дальнейшем нажатии на атом углерода связей с водородом больше не образуется? Вопрос: Итак, какую форму имеет молекула метана? (тетраэдр) Дает задание чтобы сами построили молекулу	Отвечают на вопрос вопрос: Почему при дальнейшем нажатии на атом углерода связей с водородом больше не образуется? Ответ: углерод не может быть пятивалентным. Построение модели молекулы бутана  При построении учащиеся отмечают, что получаются молекулы разной формы (у кого-то дугообразной формы, у кого-то зигзагообразной). Возникает спор в	Знать общую формулу алканов, характер химической связи алканов. Уметь объяснять тетраэдрическое строение молекулы метана, зигзагообразное строение предельных углеводородов. Уметь составлять формулы изомеров, отличать гомологи от изомеров, называть вещества по международной номенклатуре, составлять структурные формулы веществ по названиям.

				достоверности построенного ими. Проблемная ситуация																																											
2	Алкены	<p>Закрепить и расширить знания о ТХС органических соединений на примере алкенов. Сформировать представление о пространственном строении алкенов, sp^2-гибридизации, двойной связи. Расширить знания о структурной изомерии.</p> <p>Рассмотреть физические и химические свойства алкенов. Раскрыть особенности реакций присоединения и полимеризации. Изучить способы получения алкенов и области их применения</p>	<p>Учитель делит класс на мини группы, которые занимают места за компьютерами. Каждая мини группа (2-3) человека должна самостоятельно построить молекулу бутена2 и выявить особенности строения этой молекулы</p> <p>Дает список формул алкенов- Этилен, пропиленбуте-1, бутен-2, цис-бутен-2, транс-бутен-2, метилпропен</p> <p>Чтобы заполнили таблицу</p> <table border="1" data-bbox="678 840 925 952"> <thead> <tr> <th>Формула алкена</th> <th>Структурная формула</th> <th>Модель молекулы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C_2H_4 этилен</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C_3H_6 пропилен</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C_4H_8 бутен-1 (н-бутен)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>цис-бутен-2 (цис-2-бутен)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>транс-бутен-2 (транс-2-бутен)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2-метилпропен (изобутен)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Учитель мотивирует учащихся к самостоятельной исследовательской деятельности.</p>	Формула алкена	Структурная формула	Модель молекулы	C_2H_4 этилен			C_3H_6 пропилен			C_4H_8 бутен-1 (н-бутен)			цис-бутен-2 (цис-2-бутен)			транс-бутен-2 (транс-2-бутен)			2-метилпропен (изобутен)			<p>Заполняют таблицу</p> <p>Составляют структурную формулу и модель</p> <table border="1" data-bbox="941 369 1181 728"> <thead> <tr> <th>Формула алкена</th> <th>Структурная формула</th> <th>Модель молекулы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C_2H_4 этилен</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C_3H_6 пропилен</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C_4H_8 бутен-1 (н-бутен)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>цис-бутен-2 (цис-2-бутен)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>транс-бутен-2 (транс-2-бутен)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2-метилпропен (изобутен)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>для решения проблемной ситуации, возникшей при построении бутена-2, учащимся предлагается самостоятельно найти ответ на этот вопрос, используя программу, в которой нужно запустить режим «модели» и рассмотреть строение цис- и транс-бутена. Сравнивают цис-транс-бутен</p>	Формула алкена	Структурная формула	Модель молекулы	C_2H_4 этилен			C_3H_6 пропилен			C_4H_8 бутен-1 (н-бутен)			цис-бутен-2 (цис-2-бутен)			транс-бутен-2 (транс-2-бутен)			2-метилпропен (изобутен)			<p>Уметь объяснять образование σ- и π-связей и их особенности. Знать общую формулу углеводородов этиленового ряда. Знать изомерию углеродного скелета, изомерию положения двойной связи, геометрическую изомерию. Уметь называть алкены по международной номенклатуре и записывать формулы алкенов по их названиям</p> <p>. Знать способы получения алкенов и области их применения. Уметь составлять химические реакции, характеризующие химические свойства алкенов.</p>
Формула алкена	Структурная формула	Модель молекулы																																													
C_2H_4 этилен																																															
C_3H_6 пропилен																																															
C_4H_8 бутен-1 (н-бутен)																																															
цис-бутен-2 (цис-2-бутен)																																															
транс-бутен-2 (транс-2-бутен)																																															
2-метилпропен (изобутен)																																															
Формула алкена	Структурная формула	Модель молекулы																																													
C_2H_4 этилен																																															
C_3H_6 пропилен																																															
C_4H_8 бутен-1 (н-бутен)																																															
цис-бутен-2 (цис-2-бутен)																																															
транс-бутен-2 (транс-2-бутен)																																															
2-метилпропен (изобутен)																																															
3	Алкадиены.	<p>Закрепить и расширить знание теории строения органических соединений при рассмотрении электронного и пространственного строения этилена и бугадиена-1,3. Расширить знания о гомологии, гомологических рядах, структурной изомерии. Начать формировать понятие о геометрической изомерии. Рассмотреть зависимость свойств непредельных углеводородов от их строения. Раскрыть особенности реакции присоединения, особое внимание уделить реакции полимеризации.</p>	<p>Демонстрация с помощью конструктора, чтобы объяснить строение сопряжённых диенов</p>  <p>И задает вопрос: Две сопряженных двойных связи в химических реакциях часто ведут себя, как единое целое. Почему?</p>	<p>Отвечают на вопрос: Происходит частичное перекрывание π-электронных облаков между 2-ми 3-ми атомами углерода, и четыре р-орбитали образуют единое π-электронное облако. Такой тип перекрывания орбиталей называют сопряжением. Четыре электрона не локализованы попарно на двойных связях, а распределены вдоль всей цепи — делокализованы</p>	<p>Знать общую формулу алкадиенов. Уметь составлять структурные формулы алкадиенов и уравнения химических реакций, характеризующих непредельный характер алкадиенов. Знать строение, свойства и применение натурального каучука.</p>																																										

4	Алкины.	Закрепить знание теории строения органических соединений на примере алкинов. Сформировать представления о пространственном строении ацетилена, sp-гибридизации, тройной связи.. Рассмотреть физические и химические свойства алкинов. Научить объяснять зависимость свойств алкинов от вида химической связи. Рассмотреть способы получения алкинов и их применене	Формирует представление о строении алкинов в сравнении с алкенами на примере ацетилена (по схеме): – тип гибридизации – валентный угол – длина связи – форма молекулы – энергия связи. Все это демонстрирует с помощью конструктора моделирования. Предлагает учащимся на основе строения сравнить свойства алканов, алкенов и алкинов,	Учащиеся воспринимают информацию, наблюдают за рассказом учителя по схемам, анализируют, делают выводы. Сравнивают свойства на основе строения, отвечают на вопросы, выдвигая свои гипотезы. Отстаивают свои ответы, приходят к правильному ответу.	Знать общую формулу алкинов. Уметь объяснять sp-гибридизацию и пространственное строение молекулы ацетилена. Уметь составлять структурные формулы гомологов ацетилена и называть алкины по международной номенклатуре. Знать химические свойства алкинов. Уметь составлять уравнения реакций, подтверждающих свойства алкинов, объяснять зависимость свойств алкинов от вида химической связи. Знать способы получения ацетилена и области его практического применения
---	---------	--	---	---	---

Изучение нового материала

Для фронтальной работы с классом по совершенствованию химических знаний по теме «Углеводороды и их природные источники» можно использовать 3D молекулы из онлайн конструктора моделирования «MolView», свои презентации, учебники. В данном случае применение 3D-моделирования организуется как и демонстрация соответствующих материалов с помощью мобильного или компьютера. Возможности 3D-моделирования на данном этапе:

- Способствует систематизации знаний, успешному усвоению материала;
- Высвобождает время на уроке;
- В ходе организации активного восприятия материала учитель направляет учащихся к нужном теоретическим выводам;
- Экранная форма компьютерной информации дает возможность совместного (учитель и класс) наблюдения, размышления над фактами, поиска выхода из проблемной ситуации.

Ниже предлагается разработки заданий с использованием метода моделирования.

Задание 1.

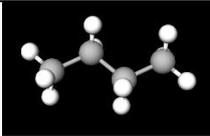
Учитель делит класс на мини группы, которые занимают места за компьютерами. Каждая мини группа (2-3) человека должна самостоятельно построить молекулу бутена-2 и выявить особенности строения этой молекулы.

Задание 2.

Заполните таблицу. Напишите структурные формулы и постройте модель молекул

Название	Структурная формула	Модель молекул
Этилен		
пропилен		
бутен-1		
бутен-2		

Задание 3. Распределите формулы веществ в соответствии с их принадлежностью к различным классам органических соединений и постройте модели этих веществ: C_4H_{10} , C_3H_6 , C_6H_{10} . Сделайте таблицу и расставьте правильно.

	Алканы	Алкены	Алкины
Формула веществ	C_4H_{10}		
Название	буган		
Модель молекул			

Задание 4.

Построить модели молекул следующих органических соединений:

- 1) 2,2,4 триметилпентан.
- 2) 3,5,6 триметил-3этилнонан,
- 3) 2 метилбутан.
- 4) молекулу, содержащую 10 атомов углерода, один из которых третичный, один - четвертичный.

5) молекулу, содержащую 9 одинарных связей между атомами углерода, 2 связи углерод-хлор, 20 связей углерод-водород.

6) три разные молекулы, отвечающие составу $C_6H_{13}Cl$

Далее приводится календарно-тематическое планирование с использованием метода моделирования.

Таблица 2.

Календарно-тематическое планирование по теме «Предельные и не предельные углеводороды»

№ урока	Темы уроков	Этап	Цели использования метода моделирование
1	Алканы	Закрепления, изучение нового материала	Формирование, закрепление и совершенствование знаний
2	Алкены	На этапе актуализации знаний; Закрепление	Закрепление и совершенствование знаний
3	Алкадиены	Изучение нового материала	Формирование знаний
4	Алкины	Закрепление	Контроль заданий

При использовании метода моделирования существенно повышается уровень усвоения теоретического материала по курсу органической химии о строении органических веществ, усиливается применение абстрактной мыслительной деятельности, расширяется диапазон и структура формируемого понятия.

В завершении нашей исследовательской работы, мы пришли к выводу, что методом моделирования можно пользоваться на этапах изучения, усвоения, закрепления и повторения нового учебного материала. Моделирование в полном объеме решает образовательные задачи занятия,

активизирует познавательную деятельность учащихся и является важной ступенью в совершенствованию химических знаний.

Педагогический эксперимент состоял из двух этапов. На обоих этапах эксперимента приняли участие учащиеся Соловьевской СОШ им. П.М. Васильева. Участниками эксперимента являлись учащиеся 10 класса в количестве 16 человек.

Цель педагогического эксперимента – узнать насколько эффективно использование на занятиях метода моделирования как основа совершенствования знаний обучающихся. Эксперимент проводился на три этапа:

- 1) Констатирующий этап, в ходе которого выявляется уровень базовых знаний учащихся по неорганической химии;
- 2) Обучающий этап, в ходе которого проводились учебные занятия на основе совершенствования знаний по химии;
- 3) Контролирующий этап, в ходе которого проверялось эффективность использования метода моделирования на уроке как основа совершенствования знаний учащихся при изучении темы «Алканы», «Алкены».

До изучения темы «Предельные и непредельные углеводороды» была проведена контрольная работа с целью выявления уровня знаний учащихся за курс неорганической химии. Контрольная работа составлена в соответствии с требованиями примерной программы основного общего образования неорганической химии.

Для проверки усвоения опорных знаний учащихся, исходя из представленных баллов, находим частоту правильности ответов в процентах.

Таблица 3.

Частота правильных ответов (%) констатирующего этапа экспериментальной группы

Показатели усвоения	Выборка	Частоты правильных ответов	
Пункты	N	n	K _y (%)

Умение различать простые вещества от сложных	9	6	66,6
Умение различать металлы от неметаллов	9	5	55,5
Умение различать металлы от неметаллов	9	4	44,4
Умение характеризовать состав вещества по формуле	9	7	77,7
Умение расставлять индексы, коэффициент и степень окисления	9	2	22,2
Знания понятий соли, кислоты	9	3	33,3
Знания понятий оксиды и основания	9	6	66,6
Умение определять тип реакций	9	6	66,6
Умение написать уравнения	9	4	44,4
Знание понятий типы химических реакций	9	3	33,3
Итого	$\Delta K_y=51\%$		

Таблица 4

Частота правильных ответов (%) констатирующего этапа контрольной группы

Показатели усвоения	Выборка	Частоты правильных ответов	
Пункты	N	n	K_y (%)
Умение различать простые вещества от сложных	7	5	71,4
Умение различать металлы от неметаллов	7	4	57
Умение различать металлы от неметаллов	7	3	42,8
Умение характеризовать состав вещества по формуле	7	4	57
Умение расставлять индексы, коэффициент и степень окисления	7	3	42,8

Знания понятий соли, кислоты	7	2	28,6
Знания понятий оксиды и основания	7	5	71,4
Умение определять тип реакций	7	6	85,7
Умение написать уравнения	7	2	28,6
Знание понятий типы химических реакций	7	1	14,3
Итого	$\Delta K_y = 49,9\%$		

Результат констатирующего теста вычислено по формуле В.П.

Бельпаско[Бельпаско, 1998]:

$$K_y(\%) = n/N * 100\%$$

Где K_y – коэффициент усвоения учебного материала;

n - количество правильных ответов учащихся;

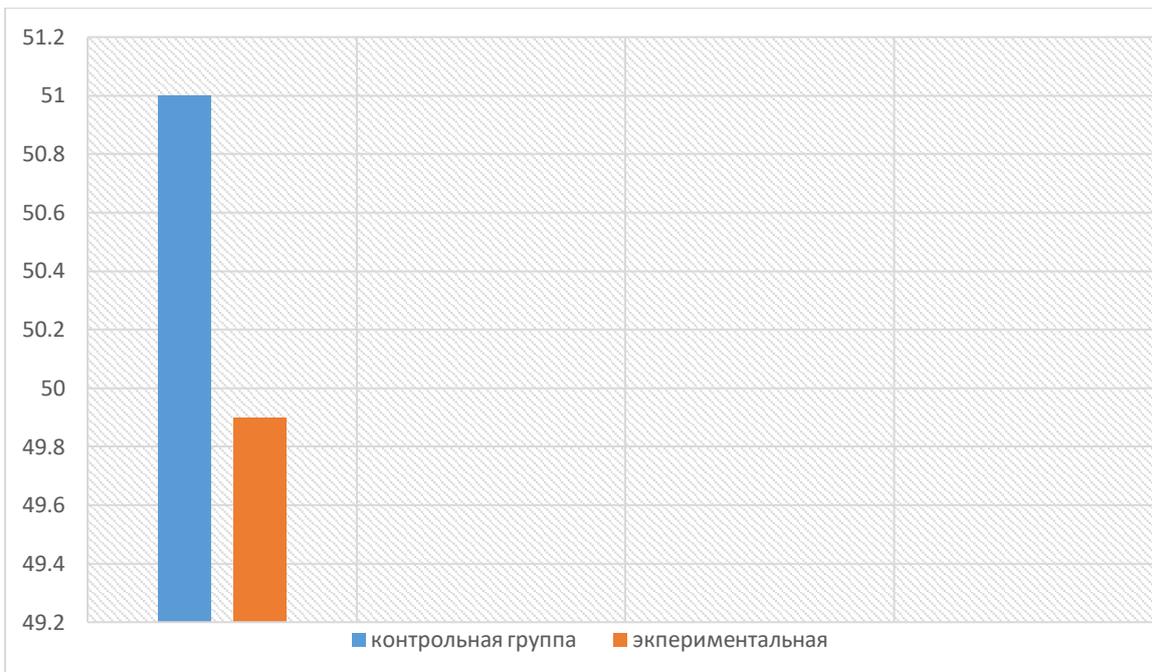
N - число учащихся.

Основываясь на вышеуказанные данные получим гистограмму констатирующего этапа эксперимента контрольной и экспериментальной группы, по усвоению опорных знаний.

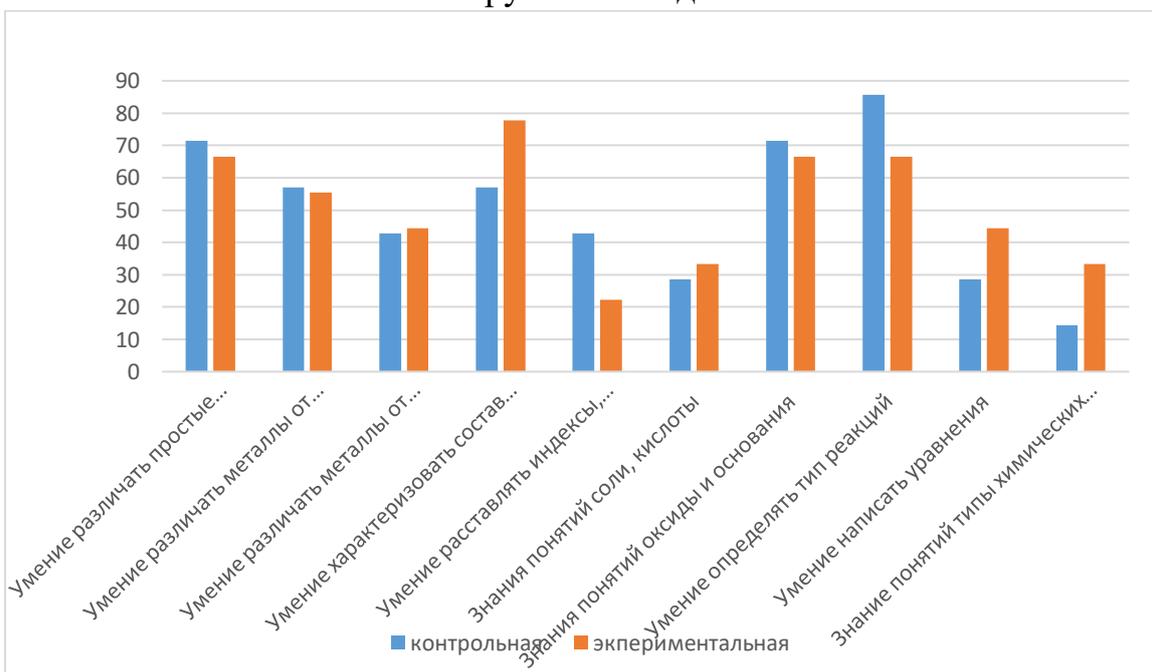
В гистограмме отражены результаты контрольной работы за курс неорганической химии по выявлению уровня химических знаний учащихся.

Гистограмма 1.

Сравнительная гистограмма ΔK_y (%) экспериментальной и контрольной группы констатирующего этапа



Гистограмма 2.
 Результаты констатирующего этапа экспериментальной и контрольной группы по заданиям



Анализируя полученную гистограмму можно сделать вывод о качестве опорных знаний учащихся:

- 1) Обучающиеся затрудняются на вопросах 5,6,10, где затрагиваются вопросы о валентности химических элементов, свойства оксидов и соли, уравнивание химических реакций;
- 2) Обучающиеся обеих групп имеют одинаковый уровень знаний;
- 3) Коэффициент усвоения опорных знаний в экспериментальной группе на 1,1% больше чем в контрольной группе.

На обучающем этапе педагогического эксперимента было проведено обучающий этап в соответствии с предлагаемой нами методом изучения темы «Предельные и непредельные углеводороды».

С целью выяснения как влияет применение метода моделирования на совершенствования знаний учащихся по химии нами проведена контрольная работа по теме «Предельные и непредельные углеводороды» для учащихся 10-го класса, состоящая из 10 заданий. Результаты контрольной работы показывают, что знания учащихся стали более качественными, системными. Также видно, что большинство учащихся умеют применять полученные знания за период экспериментального обучения.

Таблица 5

Частота правильных ответов (%) контролирующего этапа экспериментальной группы

Показатели усвоения	Выборка	Частоты правильных ответов	
	N	n	K_y (%)
Знание понятия изомеры	9	8	89
Знание понятия гомологического ряда	9	9	100
умение давать название по номенклатуре ИЮПАК	9	8	89
Умение составлять структурные формулы алканов	9	9	100
Умение составлять структурные формулы алкенов	9	6	67
Умение составлять структурные формулы	9	5	56

алкадиенов			
Умение составлять структурные формулы алкинов	9	8	89
Знания понятий алканы, алкены, алкадиены, алкины	9	7	78
Умение писать химические реакции	9	6	67
Умение писать химические реакции	9	4	45
Итого	$\Delta K_y = 78\%$		

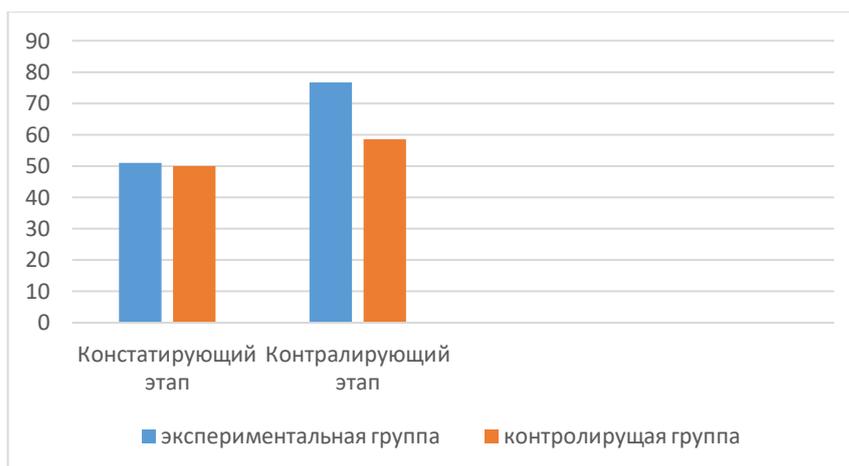
Таблица 6.

Частота правильных ответов (%) контролирующего этапа контрольной группы

Показатели усвоения	Выборка	Частоты правильных ответов	
Пункты	N	n	K_y (%)
Знание понятий изомеры	7	7	100
Знание понятий гомологического ряда	7	4	57
умение давать название по номенклатуре ИЮПАК	7	5	71,4
Умение составлять структурные формулы алканов	7	4	57
Умение составлять структурные формулы алкенов	7	2	28,6
Умение составлять структурные формулы алкадиенов	7	3	42,8
Умение составлять структурные формулы алкинов	7	5	71,4
Знания понятий алканы, алкены, алкадиены, алкины	7	6	85,7
Умение писать химические	7	2	28,6

реакции			
Умение писать химические реакции	7	3	42,8
Итого	$\Delta K_y = 58,53\%$		

Таким образом, исходя из полученных данных, нами были построены гистограммы констатирующего и контролирующего этапа эксперимента



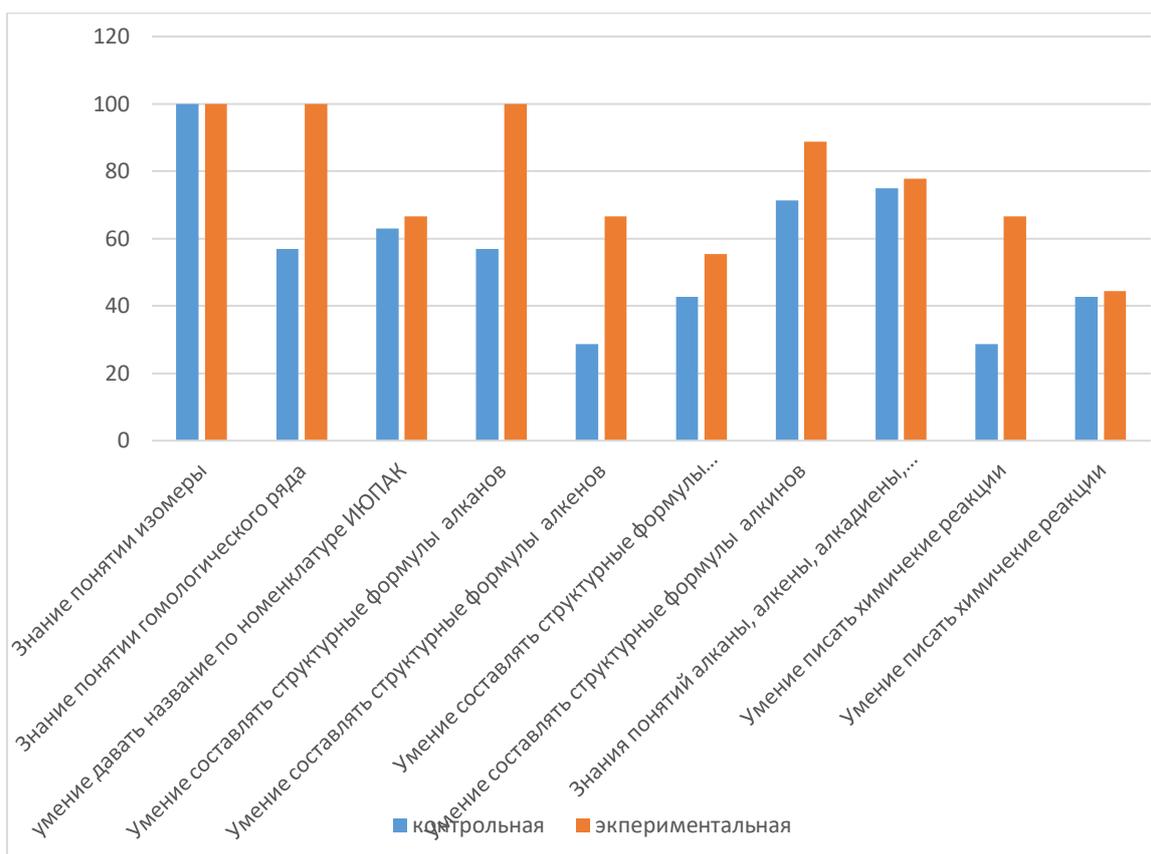
Гистограмма 3.

Сравнительная гистограмма K_y (%) экспериментальной и контрольной группы констатирующего и контролирующего этапа.

Как видно из гистограммы № K_y (%) у экспериментальной группы на контролирующем этапе повысилось на 26.8%.

Гистограмма 4

Результаты контрольной работы контролирующего этапа педагогического эксперимента.



Как видно из полученных данных высокие баллы получили 3 учащиеся экспериментального класса. В целом можно сказать, что у учащихся экспериментального класса более высокие баллы, чем у учащихся контрольного класса.

Вывод

1) Были изучены и проанализированы специальные материалы, научно-методическая литература, которые позволяют понять и обосновать начальные этапы исследования, связанные с трудностями улучшения качества получаемых знаний путём метода моделирования

2) Выявлены особенности изучения темы «Предельные и непредельные углеводороды», 10 класс

3) Разработаны методические пути и условия совершенствования химических знаний учащихся по курсу органической химии методом моделирования

4) Поставлен педагогический эксперимент и проверен эффективность предлагаемой технологии для совершенствования знаний обучающихся.

Список литературы

- Бельпаско В. П. Слагаемые педагогические технологии- М.: Педагогика,- 1998. - С. 192.
- Блинов В.М. Эффективность обучения-М.: Педагогика,1976. - С.191.
- Большой экономический словарь. –М.: Институтновой экономики. А. Н. Азрилиян.1997
- Городилова, Н.А. Личностно - ориентированное обучение с использованием интернет - ресурсов на уроках химии / Н.А. Городилова // Первое сентября, Химия. - 2005 - № 15. - С. 44 - 47.
- Дулатова З.А., Ковыршина А.И., Лапшина С., Штыков Н.Н. Формирование, развитие и оценка логических универсальных учебных действий // Сибирский педагогический журнал. - 2018. - №6. –С. 24-35
- Жильцова, О.А. Организация компьютерной поддержки школьного курса химии / О.А. Жильцова, Ю.А. Самоненко // Химия: методика преподавания в школе. - 2001. - №2. - С. 56-64;
- Звонарёва, Е. А. Применение технологии критического мышления на уроках химии / Е. А. Звонарёва, М. И. Жукова, Н. И. Кочергина. // Инновационные процессы в химическом образовании в контексте современной образовательной политики : материалы V Всероссийской научно-практической . - Челябинск : Южно-Уральский государственно-гуманитарный университет, 2017. - С. 72-76.
- Зуева М. В. Обучение учащихся применению знаний по химии: Кн. Для учителей. -М. Просвещение, 1987-С. 4-23.
- Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. — М.: Физматлит, 2006. - С. 816.
- Леташкова, Е.В. Интерактивная доска на уроках химии / Е.В. Леташкова // Химия. - 2009. - № 8. - С. 32-35
- Назарова, Т.С. Принцип наглядности и средства обучения / Т. С. Назарова // Химия: методика преподавания в школе. - 2011. - №2. - С. 10-15.

Опарина С.А. Профильное обучение химии как направление модернизации школьного химического образования // Обучение и воспитание: методики и практика. - 2015. - №23. – С. 1-6.

Перевозчикова Н.В. Дидактический потенциал настольных игр с химическим содержанием // В сборнике: лучшая научная статья 2021. сборник статей XLII Международного научно-исследовательского конкурса. Пенза, - 2021. - С. 78-80.

Потапов В. М. Органическая химия Пособие для учителя. М: Просвещение, 1976. - С.-52

Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 декабря 2010 года № 1897 (ред. от 11.12.2020) , зарегистрирован в Министерстве юстиции РФ 1 февраля 2011 года № 19644, «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (в ред. Приказов Минобрнауки России от 29.12.2014 № 1644, от 31.12.2015 № 1577) // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, N 9, 28.02.2011

Примерная программа основного общего образования. Химия 10-11классы: М: Просвещение, 2010-С.48.

Пяткова О.Б., Столяренко С.Ю. Преимущество изучения предмета «Химия» в условиях реализации ФГОС начального и основного общего образования // Концепт. - 2017. - №V10. – С. 1-5.

Раткевич, Е.Ю Проблемы компьютеризации процесса образования / Е.Ю. Раткевич // Химия в школе. - 2011. - № 1. - С. 13-18

Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования\ .-М: Просвещение, 2016. – С.62

Цегельник О.А. «Использование опорных сигналов, схем и конспектов как средство повышения качества знаний учащихся по химии». URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1646849684&tld> (5.03.2022).

