

## **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ БАНКА ВОПРОСОВ ПО МОДУЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

<sup>1</sup>Михалёнок С. Г., <sup>2</sup>Кузьменок Н. М., <sup>3</sup>Толкач О. Я., <sup>4</sup>Безбородов В. С.

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет,  
Минск, Беларусь, [orgchem@belstu.by](mailto:orgchem@belstu.by)

<sup>2</sup>Белорусский государственный технологический университет,  
Минск, Беларусь, [kuznm@belstu.by](mailto:kuznm@belstu.by)

<sup>3</sup>Белорусский государственный технологический университет,  
Минск, Беларусь, [olga\\_tolkach@tut.by](mailto:olga_tolkach@tut.by)

<sup>4</sup>Белорусский государственный технологический университет,  
Минск, Беларусь, [v\\_bezborodov@belstu.by](mailto:v_bezborodov@belstu.by)

События последних двух лет актуализировали использование системы дистанционного обучения, которая предполагает развитие информационно-коммуникационной среды университета, способствует повышению квалификации и самообразования, обеспечивает высокий уровень подготовки обучающихся, предоставляя им возможность осваивать образовательные программы в подходящем для себя режиме, в том числе без отрыва от производства. Использование модульно-рейтингового подхода при изучении курса «Органическая химия» на кафедре органической химии БГТУ послужило основанием для разработки баз компьютерных данных по каждому тематическому модулю, на основе которых были созданы и внедрены в учебный процесс новые форматы практических занятий, сочетающих обучающие, тренировочные и контролирующие функции. Эти модули сформированы в виде комплектов тестовых заданий, охватывающих последовательно в соответствии с программой курса разделы, каждый из которых структурирован в соответствии с логикой изложения изучаемого материала. В данном сообщении приводится опыт концептуального обновления учебно-методического обеспечения одного из важных разделов дисциплины «Органическая химия» – «Галогенопроизводные углеводородов». Это обновление предполагало приведение в соответствие содержательного наполнения дисциплины с новыми учебными планами и учебными программами, а также с насущными требованиями создания учебно-методического обеспечения, позволяющего расширить практику преподавания в дистанционной форме.

Основная часть. Перед преподавателями кафедры была поставлена задача – на основе системного анализа общей архитектуры обучающе-контролирующего модуля по разделу «Галогенопроизводные углеводородов» произвести его корректировку, подготовить расширенную структуру модуля и создать оригинальные инварианты тестовых заданий по сформулированным разделам темы для полного охвата всех ключевых вопросов.

Общая концепция модуля «Галогенопроизводные углеводородов» опирается на учебные программы дисциплины и наполняется смысловым содержанием в соответствии со спецификой специальности и специализации, а также объема дисциплины. Избранная классическая последовательность изложения

дисциплины позволяет знакомить студента с новыми реакциями, концепциями и механизмами с соблюдением принципа «от простого к сложному». Это позволяет дать углубленные знания и представления студентам химико-технологических специальностей и ознакомить с современными теориями и закономерностями студентам нехимических специальностей.

Использование интеллект-карт при разработке учебно-методического обеспечения для изучения курса «Органическая химия» подтвердило высокий организационный потенциал этого инструмента структурирования отдельных разделов и тем изучаемой дисциплины для повышения результативности учебного процесса [1]. При планировании структуры теста по каждому модулю нами разрабатывалась креативная интеллект-карта. Структурирование последней осуществлялось с учетом содержательного наполнения изучаемого раздела, которое сразу же позволяло выявить третий вектор этой карты, отражающий порядок изложения изучаемого материала в определенной логической последовательности для каждого класса соединений.

При разработке образовательных модулей дисциплины мы традиционно стремились использовать единые теоретические принципы: электронное строение атома углерода и его химических связей, взаимное влияние атомов в органических молекулах (электронные и пространственные факторы), сопряжение и ароматичность, кислотность и основность органических соединений, механизмы важнейших типов органических реакций, стереохимическую направленность химических процессов. Выбор фактического материала диктуется необходимостью отображения четкой взаимосвязи между структурой и химическими свойствами органических веществ [2, 3].

Была проделана большая подготовительная работа по отбору фактического материала этой обширной темы и созданию первичного варианта структуры нового модуля. Интеллект-карта, положенная в основу формирования концепции будущего модуля для любой учебной программы, должна включать указанные ниже подразделы (рис. 1).

Галогенопроизводные углеводородов относятся к тем классам органических соединений, которые составляют представительную основу для формирования химического мышления и решения проблемы «структура-свойства». Мы переходим от углеводородов к их галогенопроизводным как первым функциональным производным и уже на этапе характеристики их электронного строения и физических свойств имеем прекрасную возможность проиллюстрировать эту взаимосвязь. Тенденции в изменении таких физических характеристик как температуры кипения, относительная плотность, растворимость могут иллюстрироваться не только виртуально, но и реальными экспериментами на лабораторном практикуме. В последующем курсе не так часто встречаются столь разительные изменения в свойствах, связанные с заменой одного атома.

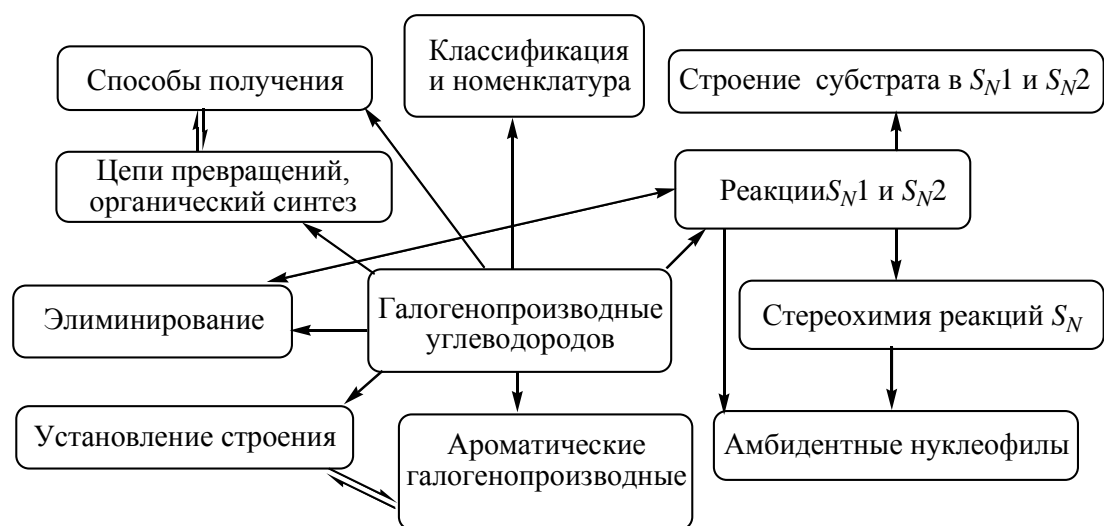


Рисунок 1 – Интеллект-карта модуля «Галогенопроизводные углеводородов»

Нельзя не подчеркнуть важность галогенопроизводных углеводородов как необходимых и зачастую единственных синтонов при переходе к другим функциональным производным углеводородов – как азот-, так и кислородсодержащим.

При составлении тестовых заданий по этой теме кроме односложных заданий, рассчитанных на студентов со средним уровнем знаний, в которых требуется выбрать вещество или реакцию, было обращено внимание на комплексные задания типа задач на установление строения, цепочки превращения, задач на соотношение реакционной способности соединений разной структуры. Последний формат заданий хорошо зарекомендовал себя, поскольку заставляет студента не только написать формулы соединений и сопоставить их структурные особенности с позиций статической молекулы, но и с позиций стабильности интермедиата, образующегося на том или ином этапе химического процесса.

После составления интеллект-карты мы приступили к формированию базы тестовых вопросов, которую можно было бы использовать для составления тестов для текущего контроля знаний и итогового контрольного тестирования по обновляемому модулю. В соответствии со структурированием материала, приведенным в интеллект-карте, было создано десять одноименных категорий, для каждой из которых был разработан интерфейс предполагаемых вопросов. С помощью шаблона Test GIFT and XML каждая категория наполнялась по крайней мере 20 вопросами.

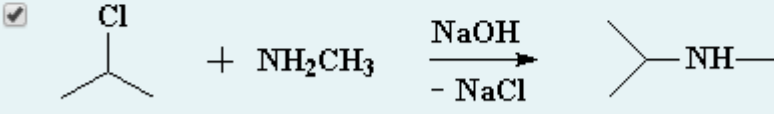
К примеру, для формулировки заданий в категории «Реакции  $S_N1$  и  $S_N2$ » был выбран тип вопросов «множественный выбор» (рис. 2).

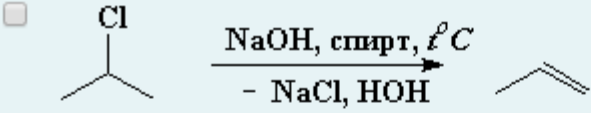
Это задание позволяет студентам ознакомиться с широким ассортиментом реакций нуклеофильного замещения с участием галогенопроизводных углеводородов и обратить их внимание на важность условий протекания реакций, которые могут сделать процессы элиминирования преобладающими, как в случае реакции 2 в приведенном вопросе. Можно обратить внимание на то, что дистракторы в виде уравнений реакций введены непосредственно в строку ответов, а не

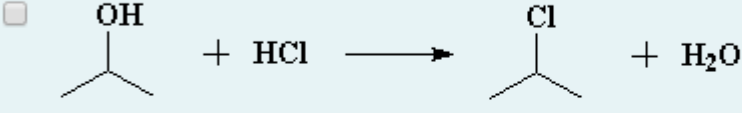
обозначены буквами или цифрами. Среди приведенных вариантов ответов отсутствуют нереальные реакции или неточные условия их протекания. Каждая строка, приведенная в виде возможных ответов, носит обучающий характер.

В каких из приведенных ниже реакций галогенопроизводные углеводородов являются алкилирующими средствами:

Выберите один или несколько ответов:







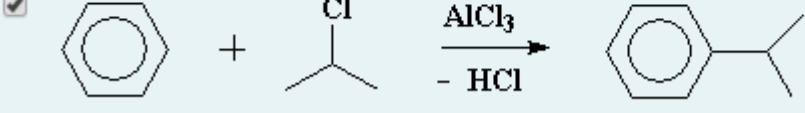


Рисунок 2 – Интерфейс вопроса «множественный выбор», созданный с помощью шаблона Test GIFT and XML

В категории заданий «Строение субстрата в  $S_N1$  и  $S_N2$ » необходимо выбрать ряд, в котором приведенные соединения расположены в порядке возрастания скорости реакции. Например:

Расположить в ряд по увеличению скорости щелочного гидролиза по  $S_N2$  механизму:

а) 2-бромпентан; б) 1-бромпентан; в) 1-бром-3,3-диметилпентан; г) 2-бром-2-метилпентан.

- Ответы: 1) а д б в;  
 2) д а в б;  
 3) в а б д;  
 4) б в а д.

Чтобы правильно выбрать ряд, студенту необходимо определить характер каждого соединения, написав формулы, и составить эти соединения в ряд в определенной последовательности. Затем выбрать этот ряд из возможных приведенных и указать ответ цифрой. В настоящей работе мы отказались от принятой ранее для таких заданий формы представления тестового задания, убрав хаотичные ряды дистракторов.

Представление ответов в виде готовых рядов, три из которых неправильные, является не совсем методически правильным. При составлении этого вида вопросов в тестовом формате целесообразнее использовать не форму задания в виде «множественный выбор», а форму вопросов «на сопоставление». Тогда упомянутое выше задание имеет вид, представленный на рис. 3.

*Расположите в ряд по увеличению скорости щелочного гидролиза (1-наименее активный, 4-наиболее активный) следующие субстраты в реакции  $S_N2$ :*

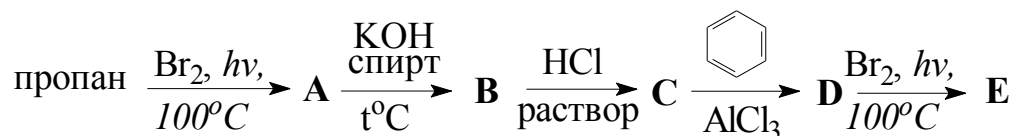
2-бромпентан	2
1-бромпентан	4
1-бром-3,3-диметилпентан	3
2-бром-2-метилпентан	1

Рисунок 3 – Интерфейс вопроса «на сопоставление», созданный с помощью шаблона Test GIFT and XML

При выполнении задания студенту необходимо расставить цифры против каждого вещества в порядке увеличения реакционной способности. В этом варианте задания нет необходимости соотносить вещества с буквами. Это не только сокращает время, затраченное на выполнение подобного задания, но и исключает техническую ошибку, допущенную вследствие случайной перестановки букв.

В категории «Цепи превращений. Органический синтез» использованы различные методы получения галогенопроизводных углеводородов (из алканов, непредельных углеводородов, аренов) и их химические свойства (реакции нуклеофильного замещения в алифатическом и ароматическом ряду с использованием, в том числе, амбидентных нуклеофилов, реакции элиминирования). Зачастую переход от углеводородов к их функциональным производным невозможен напрямую, и галогенопроизводные выступают как замечательные синтоны как при построении углеродного скелета, так и при его функционализации. Ответы к тестовым заданиям даются в более простых случаях в виде названий по систематической номенклатуре либо в более сложных случаях в виде структурных формул и не всегда являются однозначными. Формат вопросов к одной и той же цепочке превращений может быть представлен в открытом виде (вопрос – «множественный выбор» в виде названий или структурных формул), так и в закрытом (вопрос – «числовой» или «короткий ответ») (табл. 1).

Таблица 1 – Примеры вариантов ответов в цепочке превращений



Тип вопроса	Формулировка к ответу	Вид ответа
Множественный выбор	Укажите название соединения E	<input type="radio"/> 1-бром-2-фенилпропан <input checked="" type="radio"/> 2-бром-2-фенилпропан <input type="radio"/> 2-бромизопропилбензол <input type="radio"/> 3-бромизопропилбензол
Числовой ответ	Укажите число атомов в молекуле соединения E	21
Короткий ответ	Укажите брутто формулу вещества E	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> Br

Для выполнения заданий подобного типа необходимо знать основные способы получения галогенопроизводных углеводородов, их химические свойства, номенклатуру органических соединений, условия направленных химических трансформаций. Только выполнив всю схему превращений, можно определить основной продукт или продукты. В качестве ответа можно использовать и комбинацию превращений, представив ответ как задание на сопоставление.

В категории «Стереохимический результат S<sub>N</sub>-реакций» оптимальным оказался тип вопроса «на сопоставление» (рис. 4).

Соотнесите приведенные реакции с их стереохимическим результатом:

Reaction 1: CC(C)CBr + NaOH >> H2O (dropdown: Выберите...)

Reaction 2: CC(C)(Cl)C1=CC=CC=C1 + H2O >> (dropdown: Выберите...  
 обсуждение стереохимического результата является беспредметным  
 рацемизация  
 сохранение конфигурации  
 обращение конфигурации)

Reaction 3: CCCCl + NaCN >> DMSO (dropdown: Выберите...)

Reaction 4: CC(C)C(C)C(C)Br + NaI >> ацетон (dropdown: Выберите...)

Рисунок 4 – Вариант использования вопроса «на сопоставление» из категории «Стереохимический результат S<sub>N</sub>-реакций»

Вывод. Созданная база тестовых заданий была использована для формирования тестов для самоконтроля и контрольного тестирования по теме «Галогенопроизводные углеводов». В соответствии с требованиями учебной программы студенту необходимо выполнить правильно 60 % заданий теста для получения зачетной оценки. В осеннем семестре 2021-2022 учебного года данные тесты были апробированы на 96 студентах 2 курса специальностей «Биотехнология» и «Технология лекарственных препаратов» и 30 студентах специальности «Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции». Использование созданной базы тестовых заданий подтвердило высокий образовательный потенциал разработанного учебно-методического обеспечения.

#### Литература

1. Бьюзен, Т. Интеллект-карты. – Минск: МИФ, 2019. – 208 с.
2. Кузьменок Н. М., Толкач О. Я. Корректировка учебных программ по органической химии с учетом потенциала дистанционного обучения / Проблемы и основные направления развития высшего технического образования: материалы XXIV науч.-метод. конф., Минск, 25–26 марта 2021 г. – Минск: БГТУ, 2021. – 90–92 с.
3. Адаптация типовых задач по органической химии к формату компьютерного тестирования / Н. М. Кузьменок, О. Я. Толкач, С. Г. Михалёнок, В. С. Безбородов // Проблемы и основные направления развития высшего технического образования: материалы XXIV науч.-метод. конф., Минск, 25–26 марта 2021 г. – Минск: БГТУ, 2021. – 87–89 с.