

УДК 378.146:547

**Н. М. КУЗЬМЕНОК, С. Г. МИХАЛЁНОК,
С. В. НЕСТЕРОВА, В. С. БЕЗБОРОДОВ**

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

*Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Беларусь, kuznm@belstu.by*

В связи с необходимостью приведения в соответствие с новыми учебными планами и учебными программами содержательного наполнения дисциплины «Органическая химия» преподавателями кафедры органической химии БГТУ предложено обновление учебно-методического обеспечения раздела «Галогенопроизводные углеводородов». При планировании структуры этого модуля разработана его интеллект-карта и на ее основе создан банк обучающих и контролируемых тестовых заданий. Предложен оптимальный формат представления вопросов, созданных в шаблоне Test GIFT and XML, для усиления обучающей функции и имплементации типовых задач по органической химии в среду дистанционного обучения Moodle. На основе апробации созданной базы тестовых заданий выявлен ее высокий образовательный потенциал.

Due to the need to harmonise the content of the discipline “Organic Chemistry” into line with the new studying programs and curricula the teachers of the Department of Organic Chemistry at the Belarusian State Technological University proposed updating the educational and methodological support for the section “Halogen derivatives of hydrocarbons”. When planning the structure of this module, its mind map was developed and, on its basis, a bank of training and control tests was created. An optimal format for presenting questions created in the Test GIFT and XML template is proposed to enhance the learning function and implement typical tasks in organic chemistry in the Moodle distance learning environment. Based on the approbation of the created database of test tasks, its high educational potential was revealed.

Ключевые слова: органическая химия; модульное обучение; интеллект-карта; банк тестовых вопросов.

Keywords: organic chemistry; modular training; mind map; bank of test questions.

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 подхо-

дящем режиме, в том числе без отрыва от производства [1–4]. 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 дисциплины. На этой основе были созданы и внедрены в учебный процесс новые форматы практических занятий, сочетающих обучающие, тренировочные и контролируемые функции. Эти модули сформированы в виде комплектов тестовых заданий, охватывающих последовательно, согласно программе курса, разделы, каждый из которых структурирован в соответствии с логикой изложения изучаемого материала [5–8].

В данной статье показан опыт концептуального обновления учебно-методического обеспечения одного из важных разделов дисциплины «Органическая химия» — «Галогенопроизводные углеводов». 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. С целью использования платформы Moodle при изучении органической химии, обеспечивающей введение элементов дистанционного обучения в учебный процесс, был разработан общий подход к формированию банка усовершенствованных тестовых заданий обучающе-контролирующего характера.

Преподавателям кафедры была поставлена задача — на основе системного анализа общей архитектуры обучающе-контролирующего модуля по разделу «Галогенопроизводные углеводов» провести его корректировку, подготовить расширенную структуру и создать оригинальные инварианты тестовых заданий по сформулированным разделам темы для полного охвата всех ключевых вопросов.

Общая концепция модуля «Галогенопроизводные углеводов» опирается на учебные программы дисциплины и наполняется смысловым содержанием в соответствии со спецификой специальности и специализации, а также объемом дисциплины. Избранная классическая последовательность изложения учебного предмета обеспечивает ознакомление студентов с новыми реакциями, концепциями и механизмами с соблюдением принципа «от простого к сложному». Это позволяет давать углубленные знания студентам химико-технологических специальностей и общие понятия о современных теориях и закономерностях студентам нехимических специальностей.

СОЗДАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТ-КАРТЫ МОДУЛЯ «ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ»

Использование интеллект-карт при разработке учебно-методического обеспечения курса «Органическая химия» подтвердило высокий организационный потенциал этого инструмента структурирования отдельных разделов и тем изучаемой дисциплины для повышения результативности учебного процес-

са [9]. При планировании структуры теста по каждому модулю нами разрабатывалась креативная интеллект-карта [10]. Структурирование последней осуществлялось с учетом содержательного наполнения изучаемого раздела, которое сразу же позволяло выявить третий вектор этой карты, отражающий порядок изложения материала в определенной логической последовательности для каждого класса соединений.

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).



Рис. 1. Интеллект-карта модуля «Галогенопроизводные углеводородов»

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; стереохимическая направленность химических процессов. Выбор фактического материала диктуется необходимостью отображения четкой взаимосвязи между структурой и химическими свойствами органических веществ [11, 12].

Галогенопроизводные углеводородов относятся к тем классам органических соединений, которые составляют представительную основу для формирования химического мышления и грамотной оценки соотношения «структура-свойства». При переходе от углеводородов к их галогенопроизводным как первым функциональным производным уже на этапе характеристики их элек-

тронного строения и физических свойств появляется возможность проиллюстрировать эту взаимосвязь. Тенденции в изменении таких физических характеристик, как температура кипения, относительная плотность, растворимость, могут иллюстрироваться не только виртуально, но и реальными экспериментами на лабораторном практикуме. При переходе к другим классам соединений не так часто встречаются столь разительные изменения в свойствах, связанные с заменой одного атома.

При составлении тестовых заданий по разделу «Галогенопроизводные углеводов» кроме односложных заданий, рассчитанных на студентов со средним уровнем знаний, в которых требуется выбрать вещество или реакцию, было обращено внимание на комплексные задания по установлению строения молекул, написанию цепочки превращения, сравнению реакционной способности соединений разной структуры [13, 14]. Последний формат заданий хорошо зарекомендовал себя, поскольку заставляет студента написать формулы соединений и сопоставить их структурные особенности не только с позиций статической молекулы, но и с позиций стабильности интермедиата, образующегося на том или ином этапе химического процесса.

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО МОДУЛЮ «ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ»

После составления интеллект-карты мы приступили к формированию базы тестовых вопросов, которую можно было бы использовать для составления тестов 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 углеводов и обратить внимание на важность условий протекания реакций, которые могут сделать процессы элиминирования преобладающими, как в случае второй реакции, приведенной на рис. 2 в ответах на вопрос. Можно обратить внимание на то, что дистракторы в виде уравнений реакций введены непосредственно в строку ответов, а не обозначены буквами или цифрами. Такой прием удобен и для написания ответа студентом, и для оценки его знаний преподавателем. Среди приведенных вариантов ответов отсутствуют нереальные реакции или неточные условия их протекания. Анализ каждого уравнения реакции, приведенного в виде возможных ответов, носит обучающий характер.

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

Выберите один или несколько ответов:

CC(C)Cl + NH2CH3 >>[NaOH][NaCl] CC(C)N

CC(C)Cl >>[NaOH, спирт, t^{\circ}C][NaCl, HOH] CC=C

CC(C)O + HCl >> CC(C)Cl + H2O

c1ccccc1 + CC(C)Cl >>[AlCl3][HCl] CC(C)c1ccccc1

Рис. 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. Примером может служить задание:

Расположите вещества в порядке увеличения скорости щелочного гидролиза по S_N2 механизму:

a) 2-бромпентан; b) 1-бромпентан; c) 1-бром-3,3-диметилпентан; d) 2-бром-2-метилпентан.

В качестве ответов предложены варианты: 1) a, d, b, c; 2) d, a, c, b; 3) c, a, b, d; 4) b, c, a, d.

Для правильного выбора ряда студенту необходимо определить характер каждого соединения, написав его формулу, и расположить соединения в определенной последовательности. После этого он указывает номер правильного ряда. В данной 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, загромождает текст, затрудняя тем самым выбор ответа. При составлении тестового задания по выбору ряда соединений, в котором происходит изменение заданных свойств, целесообразнее использовать форму вопросов «на сопоставление», а не форму «множественного выбора». В таком случае указанное выше задание имеет вид, представленный на рис. 3. При выполнении задания студенту необходимо расставить цифры против каждого вещества в порядке увеличения реакционной способности.

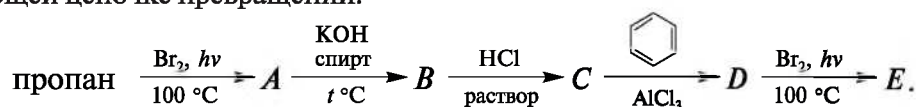
Расположите следующие субстраты в ряд по увеличению скорости щелочного гидролиза в реакции S_N2 , указав их номера от наименее активного (№ 1) к наиболее активному (№ 4)

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

Рис. 3. Интерфейс вопроса «на сопоставление», созданный с помощью шаблона Test GIFT and XML. В правом столбце указаны номера, соответствующие верному ответу студента

При таком 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 участием в том числе амбидентных нуклеофилов, реакции элиминирования). Зачастую переход от углеводородов к их функциональным производным невозможен напрямую, и галогенопроизводные выступают как замечательные синтоны и при построении углеродного скелета, и при его функционализации. Ответы к тестовым заданиям даются либо в виде названий по систематической номенклатуре в более простых случаях, либо в виде структурных формул в более сложных случаях. Такие ответы не всегда являются однозначными. Формат вопросов к одной и той же цепочке превращений может быть представлен как в открытом виде (вопрос – «множественный выбор» в виде названий или структурных формул), так и в закрытом (вопрос – «числовой» или «короткий ответ»). В таблице приведены варианты ответов на вопрос о веществах, участвующих в следующей цепочке превращений:



Примеры вариантов ответов в цепочке превращений

Тип вопроса	Формулировка к ответу	Вид ответа
Множественный выбор	Укажите название соединения <i>E</i>	<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 <i>E</i>	21
Короткий ответ	Укажите брутто формулу вещества <i>E</i>	C ₉ H ₁₁ 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.

Соотнесите приведенные реакции с их стереохимическим результатом:

Выберите...

Выберите...
обсуждение стереохимического результата является беспредметным
рацемизация
сохранение конфигурации
обращение конфигурации

Выберите...

Выберите...

Рис. 4. Вариант задания «на сопоставление» из категории «Сtereохимический результат S_N-реакций»

В категории «Сtereохимический результат S_N-реакций» оптимальным вариантом тестового задания, по мнению авторов, является комбинация вопросов «на сопоставление» (рис. 4). В оценке ответов при выполнении данного задания учитываются только ответы по тем уравнениям реакций, для которых все варианты выбраны верно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Созданная база тестовых заданий была использована для формирования тестов, предназначенных для самоконтроля и контрольного тестирования по теме «Галогенопроизводные углеводородов». В соответствии с требованиями учебной программы студенту необходимо выполнить правильно 60 % заданий теста для получения зачетной оценки [15]. В осеннем семестре 2022/23 учебного года данные тесты были апробированы на 96 студентах II 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.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *Кузнецова О. В.* Использование платформы Moodle в учебном процессе: достоинства и недостатки // Науч. Вестн. Горно-Алтай. гос. ун-та. 2020. Т. 15. С. 120–123.
2. *Блохин И. В., Шажельдян И. В., Никишина М. Б.* Сравнительный анализ программных оболочек для создания тестов по органической химии // Разработка учебно-методического обеспечения для внедрения инновационных методов обучения при реализации ФГОС ВО : материалы XLV науч.-метод. конф. профес.-препод. состава, аспирантов, магистрантов, соискателей ТГПУ им. Л. Н. Толстого, Тула, 18–19 дек. 2018 г. Тула : Тул. гос. пед. ун-т им. Л. Н. Толстого, 2018. С. 44–47.
3. *Малахаев Е. Д.* Применение программированного контроля знаний (тестов) по курсу «Органическая химия» для студентов технологического факультета // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер. химия. 2011. № 12. С. 268–270.
4. *Plyer L., Marcou G., Perves C.* [et al.]. Implementation of a soft grading system for chemistry in a Moodle plugin // J. Cheminformatics. 2022. Vol. 14. Art. number 72.
5. *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. С. 90–92.
6. *Кузьменок Н. М., Толкач О. Я., Михалёнок С. Г., Безбородов В. С.* Адаптация типовых задач по органической химии к формату компьютерного тестирования / Проблемы и основные направления развития высшего технического образования : материалы XXIV науч.-метод. конф., Минск, 25–26 марта 2021 г. Минск : БГТУ, 2021. С. 87–89.
7. *Кушнер М. А., Селивёрстова Т. С., Михалёнок С. Г.* Развитие научно-методических основ преподавания дисциплины «Органическая химия» в условиях цифровизации образования // Проблемы современного образования в техническом вузе : материалы VII Междунар. науч.-метод. конф., Гомель, 21–22 окт. 2021 г. / под общ. ред. А. В. Сычёва. Гомель : Гом. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, 2021. С. 110–112.
8. *Кузьменок Н. М., Толкач О. Я., Михалёнок С. Г.* Проблемы цифровизации лабораторного практикума по органической химии // Образование, наука и производ-

ство в XXI веке: современные тенденции развития : материалы юбилейной Междунар. конф., Могилев, 11–12 нояб. 2021 г. Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2021. С. 57–58.

9. *Бьюзен Т.* Интеллект-карты. М. : МИФ, 2019.

10. *Толкач О. Я., Кузьменок Н. М., Михалёнок С. Г.* Применение интеллект-карт при формировании баз тестовых заданий по органической химии // Актуальные проблемы химического образования в средней и высшей школе : сб. науч. ст. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: И. М. Прищепа (гл. ред.) ; под ред. Е. Я. Аршанского. 2018. С. 311–313.

11. *Белецкая И. П., Лукашев Н. В., Вацадзе С. З.* [и др.]. Некоторые вопросы преподавания органической химии в университетах России // Журн. орган. химии. 2017. Т. 53, № 10. С. 1439–1496.

12. *Голубев Д. С.* Организация и методические аспекты дистанционного обучения в системе Moodle на кафедре органической химии // Инновации в образовании и медицине : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Махачкала, 27 мая 2017 г. Махачкала : Дагест. гос. мед. ун-т, 2017. Т. I. С. 85–87.

13. *Коржик И. А., Протасова И. В., Толстобров А. П.* Тестовая система Moodle и качество тестовых заданий // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2012. № 8. С. 187–196.

14. *Díaz-Sainz G., Pérez G., Gómez-Coma L.* [et al.]. Mobile learning in chemical engineering: An outlook based on case studies // Education for Chemical Engineers. 2021. Vol. 35. P. 132–145.

15. *Нестеров С. А., Сметанина М. В.* Оценка качества тестовых заданий средствами среды дистанционного обучения Moodle // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика, телекоммуникации и управление. 2013. № 5 (181). С. 87–92.

Поступила в редакцию 17.05.2023