
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ЭВРИСТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

THEORY AND PRACTICE HEURISTIC EDUCATION

УДК 378.4

ЭВРИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИН ЗЕЛЕННОЙ ХИМИИ

А. Д. КОРОЛЬ¹⁾, А. В. ЗУРАЕВ¹⁾, Т. А. САВИЦКАЯ¹⁾, И. М. КИМЛЕНКО¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Аннотация. Показаны реализация цикла эвристической образовательной ситуации и внедрение успешной модели непрерывного образования в системе школа – университет в процессе преподавания учебной дисциплины «Зеленая химия» в Белорусском государственном университете. Продемонстрированы примеры открытых (эвристических) заданий и созданных в результате их выполнения образовательных продуктов.

Ключевые слова: эвристическое обучение; открытое задание; непрерывное образование; зеленая химия.

Образец цитирования:

Король АД, Зураев АВ, Савицкая ТА, Кимленко ИМ. Эвристический подход к моделированию непрерывного образования на примере дисциплин зеленой химии. *Университетский педагогический журнал*. 2025;1:3–10. EDN: RLTMGI

For citation:

Karol AD, Zuraev AV, Savitskaya TA, Kimlenka IM. Heuristic approach to modelling continuing education on the example of green chemistry disciplines. *University Pedagogical Journal*. 2025;1:3–10. Russian. EDN: RLTMGI

Авторы:

Андрей Дмитриевич Король – доктор педагогических наук, профессор; ректор.

Александр Викторович Зураев – кандидат химических наук, доцент; декан химического факультета.

Татьяна Александровна Савицкая – доктор химических наук, профессор; профессор кафедры физической химии и электрохимии химического факультета.

Ирина Михайловна Кимленко – кандидат химических наук, доцент; заведующий кафедрой радиационной химии и химико-фармацевтических технологий химического факультета.

Authors:

Andrey D. Karol, doctor of science (pedagogy), full professor; rector.

rector@bsu.by

Alexander V. Zuraev, PhD (chemistry), docent; dean of the faculty of chemistry.

zuraev@bsu.by

Tatsiana A. Savitskaya, doctor of science (chemistry), full professor; professor at the department of the physical chemistry, faculty of chemistry.

savitskayata@bsu.by

Iryna M. Kimlenka, PhD (chemistry), docent; head of the department of radiation chemistry and chemical and pharmaceutical technologies, faculty of chemistry.

kimlenka@bsu.by

HEURISTIC APPROACH TO MODELLING CONTINUING EDUCATION ON THE EXAMPLE OF GREEN CHEMISTRY DISCIPLINES

A. D. KAROL^a, A. V. ZURAEV^a, T. A. SAVITSKAYA^a, I. M. KIMLENKA^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliezhnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

Corresponding author: A. V. Zuraev (zuraev@bsu.by)

Abstract. The paper shows the implementation of the heuristic educational situation cycle and the introduction of a successful model of lifelong learning in the school – university system in the process of teaching the academic discipline «Green chemistry» at the Belarusian State University. The examples of open (heuristic) tasks and educational products created as a result of their fulfilment are demonstrated.

Keywords: heuristic learning; open task; continuous education; green chemistry.

Введение

Одна из основных проблем современного образования заключается в том, что такое его содержание, как культурно-исторический опыт, который передается от источника к получателю (студенту), не отражает реальной жизни. Для настоящего времени характерно лавинообразное увеличение объема накапливаемых знаний и постоянное обновление их содержания, которое диктуется внедрением аддитивных технологий, технологий искусственного интеллекта, иммерсионной реальности и других мегатрендов современной науки, учитывающих сочетание зеленого и цифрового подходов к технологическим решениям. Жизнь меняется более динамично, чем скорость передачи больших объемов информации, которая часто называется передачей знания. Главная проблема информационного подхода к образованию – молчание ученика (копирование им чужого, отсутствие своего) [1]. Между тем XXI век – век открытия самого человека, а не открытия мира вокруг него. В связи с этим важно, что сегодня в Белорусском государственном университете и ряде других университетов Республики Беларусь реализуется практика креативного образования. Технология креативного обучения основана на организации эвристической (обучение через открытие), диалоговой и продуктивной деятельности каждого участника исходя из поставленной им цели [2].

Эвристическое обучение предполагает конструирование учеником содержания образования в процессе диалога с культурно-историческим аналогом.

Другими словами, в эвристическом обучении активность в познании нового и построении своего пути принадлежит обучающемуся, а не учителю. Формулирование вопроса учеником внешнему миру, учителю или себе – приоритет в его учебной деятельности. С точки зрения данной педагогической теории и практики образовательный процесс строится на основе творческой самореализации учащихся путем создания ими образовательных продуктов в рамках изучаемых областей знаний. В результате такого обучения развиваются когнитивные, креативные и организационно-деятельностные качества личности, необходимые для продуктивной работы. Обучающийся учится создавать свой продукт в диалоге с «чужим», т. е. в диалоге с достижениями человечества, при этом происходит открытие учеником себя (индивидуального пространства смыслов). Познавая себя, обучающийся открывает мир вокруг и тем самым не просто наполняет объекты окружающего мира своим содержанием, но и вырабатывает умение действовать в нестандартной ситуации.

Авторы данной статьи поставили перед собой задачу показать, как в БГУ в процессе преподавания учебной дисциплины «Зеленая химия»¹ был реализован цикл эвристической образовательной ситуации, включающий в себя мотивацию деятельности, ее проблематизацию, целеполагание, решение проблем участниками ситуации, демонстрацию образовательных продуктов, их сравнение и рефлексию над результатами.

Основная часть

С того момента, когда сформированное в конце 1990-х гг. направление «зеленая химия» стало одной из ведущих научных парадигм, лежащих в основе

создания новых промышленных производств, прошло уже более 30 лет [3]. В настоящее время определение зеленой химии уже дано ИЮПАК. По мне-

¹В Беларуси дисциплину «Зеленая химия» начали преподавать и успешно развивать именно в БГУ как в центре создания настоящих зеленых химических технологий и реализации инновационных педагогических методик обучения (информация о них размещена на межвузовском портале «Методология, содержание, практика креативного образования»). Портал создан по инициативе сотрудников БГУ для развития образовательной среды во всех учреждениях высшего образования страны и интенсификации их взаимодействия на переходном этапе трансформации модели современного университета.

нию данного союза, зеленая химия – «изобретение, разработка и применение химических продуктов и процессов, уменьшающих или исключаящих образование и использование опасных веществ» (перевод наш. – А. К., А. З., Т. С., И. К.) [4, р. 14].

С точки зрения химического образования зеленую химию среди множества химических дисциплин, составляющих основу профессиональных знаний химиков, можно рассматривать как этическо-философскую надстройку, без которой невозможно сформировать мировоззрение будущего специалиста, готового к деятельности в рамках достижения целей устойчивого развития. При этом особенность зеленой химии заключается в том, что она не только вооружает химиков революционной философией, направленной на предотвращение загрязнения окружающей среды, но и указывает новые способы синтеза химических веществ, включающие методы активации и конструкции реакторов, разработки безопасных зеленых растворителей, а также обуславливает необходимость использования сырья, полученного из биомассы, а не из нефти.

На химическом факультете БГУ учебная дисциплина «Зеленая химия» осваивается студентами на втором курсе. Для преподавателя обучение данной дисциплины является простым и сложным одновременно. Простота такого обучения обусловлена тем, что у студентов еще не сформировалось химическое мировоззрение, они не выбрали область химического знания, которую хотели бы изучать в дальнейшем, вследствие чего обучающиеся готовы воспринимать точку зрения преподавателя. Сложность обучения дисциплине «Зеленая химия» определяется тем, что основной частью учебной литературы, которую сегодня можно рекомендовать студентам для самостоятельной работы, являются учебные пособия и оригинальные статьи в периодической печати на английском языке. Некоторые преподаватели считают минусом отсутствие русскоязычных учебников в условиях традиционной монологичной образовательной активности учителя, поскольку в таком случае затруднен процесс формирования культурно-исторического знания – передачи монокультурному ученику поликультурного опыта человечества (его достижений и законов, общеизвестных определений и закономерностей). В то же время в рамках эвристического обучения обучающийся рассматривается как семя неизвестного растения, которому учитель должен помочь прорасти. При этом функции учителя меняются. Педагог выступает не транслятором знаний, а организатором творческой и познавательной деятельности обучающегося. Данный факт обуславливает необходимость обращения к научным статьям, которые предлагаются студенту для самостоятельного чтения. Такой подход дает ключ к формированию личностного знания учащегося, т. е. знания, сформированного самим учащимся в ходе его творческой деятельности, самопознания и са-

мореализации, в диалоге «свое – чужое». Личностное знание всегда мотивационно [5].

Эвристическое обучение на основе диалога связывает мотивацию к познанию с мотивацией к общению, а также с возможностью задавать вопросы, доказывать и опровергать утверждения. Одним из обязательных открытых (эвристических) заданий для студентов, которое формулируется еще на первой лекции по дисциплине «Зеленая химия», когда у студентов отсутствует достаточная база знаний в виде разъясненных на конкретных примерах принципов зеленой химии, является написание эссе «Зеленая химия – это...». Как правило, большая часть студентов подходит к его выполнению творчески, стараясь выразить свое отношение к данной междисциплинарной области знания, и, что особенно ценно, не прибегает к цитированию, а излагает свои мысли. Так, представляют интерес следующие изречения студентов: «зеленая химия – это своего рода искусство создания филигранных схем получения нужного результата с минимумом ущерба и максимумом пользы»; «Одну из целей дисциплины “Зеленая химия” преподаватель обозначил как стремление научить студентов различать по меньшей мере 50 оттенков зеленого. На мой взгляд, интересно было бы разобратся, сколько же их на самом деле и как они между собой сочетаются... В связи с тем, что зеленая химия является новым направлением, она пока наиболее распространена именно в сфере образования. Учение – это свет. Исходя из этого, образовательный аспект зеленой химии я бы обозначила светло-зеленым... Самый драгоценный ресурс, без которого невозможны все вышеперечисленные проявления зеленой химии, – это люди. Зеленые химики обладают особым взглядом на мир и высоким уровнем ответственности. Их дальновидность и обширные познания в других областях позволяют им оценивать последствия своей деятельности, предлагать новые способы решения существующих проблем и предотвращать появление новых (проблем. – А. К., А. З., Т. С., И. К.). Это яркие ученые, и для меня зеленые химики ассоциируются с изумрудно-зеленым цветом»; «Зеленая химия есть не что иное, как переосмысление каждым отдельно взятым индивидуумом рациональности используемых им методов и средств в профессиональной (химической) деятельности и реализации этой рациональности на практике».

Открытое задание мотивирует студентов к созданию собственных образовательных продуктов в виде эссе, в которых сформулированы не шаблонные, а личностные идеи и определения. Такие эссе оцениваются в группах, в результате чего выбираются лучшие работы, авторы которых получают специальный сертификат «За лучшее эссе». Таким образом, в процессе выполнения задания по написанию эссе и на стадии его обсуждения возникают диалогичность, фактическое партнерство, сотворчество преподавателей и обучающихся как участников общего

образовательного процесса. Как было показано в работе [6], эвристический диалог является постановкой учащимся вопросов внешней образовательной среде на каждом из этапов его познавательной деятельности (на этапе целеполагания, этапе выбора форм и методов, сообразных культурно-историческим и психологическим особенностям студента, а также на этапе рефлексивной деятельности).

При изучении дисциплины «Зеленая химия» в качестве открытого задания студентам предлагается от лица химической компании или университета представить презентацию разработки, победившей в конкурсе «Green chemistry challenge awards». При этом обучающимся необходимо быть максимально убедительными, для того чтобы строгое жюри (остальные студенты) признало их победу. Конкурс «Green chemistry challenge awards» ежегодно проводится Агентством по защите окружающей среды в США. Участникам предлагаются три номинации из области зеленой химии, к которым относятся поиск более экологичных способов синтеза, разработка более безопасных и биоразлагаемых химических продуктов и создание химических технологий замкнутого цикла. Описание победивших в конкурсе разработок публикуется на сайте *epa.gov*. Для того чтобы подготовить презентацию, студентам, помимо описания выбранной разработки (оно размещено на сайте *epa.gov*), необходимо найти работы номинанта, в которых раскрывается суть его предложения, и на их основе создать свой образовательный продукт. В процессе работы над презентацией, т. е. при производстве образовательного продукта, обучающийся ставит собственные цели, совершает открытия, становится конструктором своего образования. Как показал опыт авторов настоящего исследования, презентации, которые представляют студенты, сильно различаются. Некоторые студенты настолько убедительны, что начинают казаться, будто они сами создали данный продукт. В то же время другие обучающиеся (как правило, те, которые не смогли правильно сформулировать цель своей деятельности) предлагают вниманию однокурсников откровенно слабые презентации. Такая ситуация не удивительна, ведь точная формулировка цели деятельности – это ее предвосхищенный результат [7, с. 41]. В конце семинара студентам предлагается ответить на следующие вопросы: «Каковы были ваши цели (цель) при подготовке презентации и насколько их (ее) удалось реализовать?»; «Перечислите трудности, с которыми вы столкнулись: а) при изучении материала; б) при выполнении данного открытого задания? Как вы преодолевали их?»; «Каков ваш главный результат выполнения данного задания?»; «Что не получилось и почему?». Анализ, сделанный студентами для оценки себя и других, полезен и самим студентам, и преподавателю. Образовательная рефлексия помогает студенту еще раз обратиться к тому, что

им было создано, сделано или пережито, сформировать собственное мнение. Любая качественная рефлексия приводит к появлению новых вопросов, что обуславливает возвращение студентов к началу их деятельности – целеполаганию. Таким образом обеспечивается непрерывность образовательного потока. Рефлексивная деятельность служит стимулом к изменению личности [7, с. 48].

Отличительной чертой зеленой химии является ее междисциплинарность. Междисциплинарность предоставляет широкое поле для диалога. На границах разных знаний, в так называемых фазовых переходах, рождаются новые смыслы и мотив к общению. Междисциплинарное знание стирает искусственные границы между науками. Его невозможно передать как простую сумму информации, однако такое знание обуславливает формирование внутренней связи между различными науками. Данный факт обеспечивает простор для эвристической деятельности, в частности для ее первого этапа – выбора реального образовательного объекта. Например, этим объектом могут стать 12 принципов зеленой химии, которые являются концептуальными и позволяют понять, какие усовершенствования химических процессов могут уменьшить или устранить их вредное воздействие на окружающую среду и здоровье человека. Вторым этапом эвристического знания выступает выбор видов деятельности и формы обобщенного образовательного продукта, который предстоит создать студентам. Так, выбор принципов зеленой химии в качестве образовательного объекта может предполагать разработку собственного мнемонического символа, облегчающего их запоминание. Мнемоника – это искусство запоминания, приемы которого основаны на создании ассоциаций или связей между фактами. Следует подчеркнуть, что под образовательным продуктом понимаются не только внешняя (материализованная) часть созданного студентом продукта, но и изменения, произошедшие с обучающимся в результате его деятельности. Личный образовательный рост студента (его знаний, опыта, способностей) неизбежен [8]. В свою очередь, в академической группе в результате такой деятельности будет создан не один фундаментальный образовательный продукт, а столько образовательных продуктов, сколько студентов состоят в данной группе. При этом продукты будут не одинаковыми, заранее ориентированными на готовую, правильную информацию, а разнородными; они составят основу для общения, мотивации, сравнения и конструктивного диалога. Во время демонстрации продукта и сравнения «своего» с «чужим» студент открывает для себя то, кем он не является, что выступает частью процесса самопознания [1].

В случае, рассматриваемом авторами настоящей статьи, образовательным объектом является предложенный британским химиком М. Поляковым клас-

сический мнемонический вариант 12 принципов зеленой химии PRODUCTIVELY (P – preventwastes (предотвращать отходы), R – renewable materials (возобновляемые материалы), O – omit derivatisation steps (исключать промежуточные стадии), D – degradable chemical products (деструктируемые химические продукты), U – use safe synthetic methods (использовать безопасные методы синтеза), C – catalytic reagents (каталитические реагенты), T – temperature, pressure ambient (температура и давление окружающей среды), I – in-process monitoring (мониторинг в процессе производства), V – very few auxiliary substances (мало побочных веществ), E – E-factor, maximise feed in product (E-фактор, максимально увеличивать количество целевого продукта), L – low toxicity of chemical products (низкая токсичность химических продуктов), Y – yes, it is safe (да, это безопасно)). Примером направленного на запоминание студенческого образовательного продукта может служить аббревиатура на белорусском языке АМАТАР БЯСПЕКИ (А – аднаўляльныя рэсурсы, М – малая таксічнасць хімічных прадуктаў, А – абавязкова хімічны прадукт павінен раскладацца на бяспечныя ўмовы, Т – тэмпература і ціск павінны быць блізкія да атмасферных, А – а калі вы робіце ўсё так, як прызвычайліся, то і атрымаеце тое, што атрымліваеце звычайна, Р – развіваць аналітычныя метадыкі, каб магчыма было назіраць за працэсам у рэальным часе, Б – бяспечныя метады сінтэзу, Я – як мага менш прамежкавых прадуктаў, С – страты лепш прадухіліць, П – паменшыць колькасць дапаможных рэчываў, Е – Е-фактар, павялічыць выхад прадукту, К – каталітычныя працэсы, І – і ўсё гэта без рызыкі да навакольнага асяроддзя) [9].

При выполнении указанного выше открытого задания студенты создали множество образовательных продуктов, способствующих запоминанию принципов зеленой химии, на различных языках: русском, польском, французском, японском и др.² Эти образовательные продукты являются свидетельством уникальной самореализации обучающихся. Студенты осваивали зеленую химию как учебную дисциплину, проявляя мотивацию к познанию, которая была пропорциональна степени их самореализации.

Дисциплина «Зеленая химия» была включена в учебную программу для студентов химического факультета в 2009 г. В настоящее время она преподается на двух ступенях высшего образования³. Задачи изучения дисциплины «Зеленая химия» обучающимися на

первой ступени образования – показать значение зеленой химии для развития не только химии, но и других естественных наук (биологии, экологии, геологии и др.), а также социальной сферы; продемонстрировать, что сегодня зеленая химия – это не просто имиджевый фактор и научное направление в химии, которое нацелено на создание химических процессов, положительно влияющих на состояние окружающей среды, но и важный элемент корпоративной культуры крупных химических компаний, демонстрирующих свою ответственность за обеспечение экологической безопасности нашей планеты.

В целях реализации принципа метапредметности образования [10] преподаватели БГУ ввели в образовательный процесс две новые учебные дисциплины – «Зеленые технологии в химической промышленности» и «Зеленые технологии в атомной промышленности». В данном случае в качестве глубинных понятий естественно-научного мира были взяты категории «зеленая реакция», «зеленый процесс» и «зеленые технологии». Вышеупомянутые дисциплины дают студентам уже не базовые знания из области зеленой химии, а углубленное представление о соотношении понятий «зеленая экономика» и «зеленая промышленность», современных тенденциях использования принципов зеленой химии в промышленном производстве на примерах конкретных инновационных разработок в области зеленых технологий, созданных в мире в целом и Республике Беларусь в частности.

Информацию о зеленых технологиях, разработанных в БГУ, студенты могут найти на сайте «Зеленая химия»⁴, баннер которого располагается на сайте химического факультета. Сегодня в БГУ только дисциплина «Зеленая химия» имеет свой сайт. На нем размещены работы студентов, выполненные ими в ходе изучения данной дисциплины: эссе, мнемонические варианты запоминания 12 принципов зеленой химии и видеофильмы по зеленым метрикам.

Показателем результативности эвристического обучения и использования вышеописанных методических материалов является участие студентов в международных конференциях и конкурсах различного уровня. Лучшие студенты химического факультета с проектами, соответствующими принципам зеленой химии, ежегодно принимают участие в конкурсе научно-исследовательских работ докторантов, аспирантов, соискателей и студентов для их выполнения за счет средств республиканского

²Савицкая Т. А., Кимленко И. М., Матюшенков Е. А. Введение в зеленую химию: опорный конспект лекций для студентов специальности «химия (по направлениям)». Минск : Изд. центр БГУ, 2016. 151 с.

³Сегодня учебные программы по дисциплине «Введение в зеленую химию» построены по модульному принципу. В них входят разделы «Зеленая химия – химия в интересах устойчивого развития» и «Основные направления развития зеленой химии», состоящие из 6 и 7 модулей соответственно. Материалы, включенные в модули, дают четкое представление об основах этой новой области химического знания в ее современном состоянии. При этом они содержат информацию (например, о политике и законодательстве, регулирующем обращение с химическими веществами (регламенте REACH, программе «Ответственная забота», системе классификации и маркировки химических веществ и др.)), которой нет в содержании других химических дисциплин, преподаваемых на химическом факультете.

⁴Зеленая химия : сайт. URL: <https://chemistry.bsu.by/index.php/ru/zelenaya-khimiya> (дата обращения: 01.11.2024).

бюджета, предусмотренных Министерством образования Республики Беларусь на выделение грантов. Например, в этом году студенты А. Э. Якас и Е. М. Татаринов приступили к выполнению исследования «Разработка рецептур и технологии получения съедобных пленок, содержащих растительные полифенольные соединения, для создания продуктов функционального питания космонавтов».

Поставив перед собой задачу сформировать у выпускников химического факультета мировоззрение, основанное на знании принципов зеленой химии, преподаватели понимали, что ее выполнение будет успешным, если будет использован принцип преемственности. Он предполагает, что знакомство обучающихся с зеленой химией начинается в школе, затем следуют детальное изучение ее основ на первой ступени высшего образования и углубленное изучение на второй ступени высшего образования.

В 2021 г. началось обучение зеленой химии в Национальном детском технопарке (НДТП)⁵, который был создан по Указу № 145 Президента Республики Беларусь А. Г. Лукашенко. В учебный процесс в НДТП была внедрена разработанная на основе 10-летнего опыта преподавания зеленой химии в БГУ концепция образовательного направления «зеленая химия» для школьников.

К сожалению, учащиеся НДТП в своем большинстве перед началом работы над индивидуальными проектами нуждаются в дополнительном обучении простейшим навыкам химического эксперимента. Обычно на такое обучение уходит как минимум неделя. Далее начинается самый сложный этап – работа над проектом. В данном случае единственно возможным вариантом образовательной траектории является эвристическое обучение. В сжатые сроки работы над проектом преподавателю нецелесообразно отвлекаться на изложение готовой теории. Вопросы, которые задает ученик при создании своего образовательного продукта, становятся главным методологическим и методическим инструментом. При этом преподаватель, применяя технологию диалогического эвристического обучения [5], должен научить ученика задавать вопросы и самостоятельно искать на них ответы. Таким образом, создание проекта становится открытым заданием, поскольку оно не имеет единого решения.

Кроме того, важно понимать, насколько открытое задание отличается от тех заданий, которые предлагаются при реализации проблемного обучения. В ходе проблемного обучения с помощью специально сконструированных заданий-проблем учитель подводит учащихся к известному решению,

усвоению заданного предметного материала. Особенность открытого задания заключается в том, что ответ на него не знает даже учитель [8]. Именно такая ситуация имеет место, когда учащиеся НДТП приступают к созданию собственных проектов. Они оказываются в поиске решения вместе с преподавателем. Этот поиск очень увлекателен для двух сторон. Создание проекта, отличного от проектов других учащихся, ученик начинает с вопроса «что?» (что я могу предложить в качестве нового продукта?). Затем следует этап, на котором он задает внешней образовательной среде вопрос «как?» (как этот объект описан в культурно-историческом знании, т. е. что уже сделано другими?). Наконец, после диалога «свое – чужое» юный исследователь должен перейти к целеполаганию и ответить на вопросы: «Почему я должен создать продукт, кому конкретно он будет нужен?»; «Как я получу этот продукт?». Авторы данного исследования предлагают в качестве примера ситуацию, когда ученик решил сделать продукт, аналогичный по свойствам (прочность, непроницаемость для жидкостей, кислорода и света) упаковке тетрапак, но, в отличие от нее, полностью биоразлагаемый. Учащемуся рекомендуется самостоятельно оценить, достаточно ли имеющихся у него знаний и умений для достижения поставленной цели. При положительном ответе на этот вопрос он составляет подробный план своих действий, а педагог ненавязчиво его корректирует, помогает выбрать и освоить конкретные методики. К методикам, необходимым для создания биоразлагаемой упаковки, относится приготовление растворов полимеров, получение пленок или нанесение пленочных покрытий. У ученика, занимающегося разработкой проекта по созданию белбиопак (так был назван новый продукт, альтернативный тетрапаку), возникла идея покрыть бумагу пчелиным воском. Однако воплощение данной идеи не дало ожидаемого результата. Пришедший на помощь преподаватель посоветовал учащемуся ввести воск в полимерный раствор и уже затем покрыть им бумагу. При этом преподаватель позиционировал себя как член команды, а не как наставник. После создания задуманного продукта школьник смог позиционировать себя как изобретатель и получил возможность для личностного открытия.

Следует отметить, что в ходе проведения химического эксперимента, для самостоятельного выполнения которого у школьника еще недостаточно знаний, учащийся и педагог находятся в постоянном диалоге. Как итог обучающийся учится ставить собственные цели, сопоставлять, анализировать и дис-

⁵НДТП – это учреждение образования, целью которого является поддержка одаренных учащихся, а также развитие у них интереса к научно-технической и инновационной деятельности и стремления к личностным научным достижениям. Образовательная смена в НДТП длится 24 дня. В рамках смены учащимся 9–11-х классов предоставляется возможность пройти обучение по выбранному направлению. Учебная программа рассчитана на 72 ч. Занятия проводятся в группах из 10 человек 6 раз в неделю по 4 ч. Учебные программы составлены таким образом, чтобы учащиеся могли овладеть всем комплексом знаний, необходимым для реализации и защиты исследовательского проекта, работа над которым проходит в период обучения.

кутировать, развивает свою креативность, создает собственный образовательный продукт. Вопросы, которые учащийся задает себе и преподавателю, носят уже не информационный характер, – они становятся «объемными», выходят за пределы одного предмета. У школьника формируется целостное восприятие мира и возникает желание ответить на вопросы: «Зачем создается проект?»; «Кому он нужен?». В результате подготовки итоговой презентации и выступления с ней учащийся не просто делает собственные открытия в области зеленой химии, но и познает себя: понимает, кем он является; учится видеть границы своего знания и незнания, задавать вопросы, намечать цели и рефлексировать; развивает свои познавательные, креативные и организационные способности. При подведении итогов учащиеся часто отмечали, что в ходе создания проекта они не смогли правильно спланировать свое время, учесть сложность экспериментальной операции, однако теперь школьники знают, на что нужно обращать внимание в первую очередь и т. д.

Атмосфера творчества и познания нового при изучении зеленой химии царит на занятиях в НДТП не только при создании проектов, но и в ходе практической деятельности на занятиях по молекулярной гастрономии (молекулярной кухне), на которых учащиеся при создании кулинарных блюд используют известные физико-химические технологии сферификации и эспумизации. На теоретических занятиях разбираются физические и химические аспекты приготовления традиционной еды в полном соответствии с популярным сегодня в ведущих университетах мира направлением «science and cooking» [11]. На таких занятиях педагог подводит учащихся к необходимости задать вопросы: «Что происходит в наших кастрюлях и на сковородах?»; «Как известные продукты в ходе химических реакций превращаются в съедобные шедевры?»; «Почему мы знаем, как провести зеленый синтез наночастиц серебра, но при этом не знаем, какие процессы происходят, когда мы жарим мясо или готовим майонез?». Учащиеся должны дать собственные ответы на данные вопросы⁶. Свидетельством высокого уровня подготовки учащихся НДТП по программе образовательного направления «зеленая химия» являются победы вы-

пускников данного учреждения на различных конкурсах, например «Belarus ICT startup award – 2022», «100 идей для Беларуси» и др.

В 2022–2023 гг. пять выпускников НДТП стали студентами химического факультета. Данный факт можно рассматривать как начало преемственности в химическом образовании и реализации модели непрерывного образования в системе школа – университет.

В настоящее время БГУ полностью соответствует модели «университет 3.0». Для моделирования непрерывного образования в системе школа – университет необходима реализация непрерывного профессионального образования⁷, модель которого сегодня успешно функционирует в БГУ на примере системы взаимоотношений между НДТП и химическим факультетом, сложившейся в рамках эвристического обучения зеленой химии. Эта система является примером трансформации образовательной среды и расширения функций современного классического университета на пути к следующему этапу его развития – модели «университет 4.0».

Для первичного знакомства школьников с дисциплиной «Зеленая химия» авторы настоящего исследования рекомендуют в качестве открытого задания предложить учащимся подготовить презентацию «Цветовая палитра наук», в которой необходимо дать ответы на вопросы: «С каким цветом у меня ассоциируется наука (математика, химия, физика, биология, география)?»; «Почему я выбираю такой цвет?»; «Как реагируют мои родители, друзья, знакомые на словосочетание “зеленая химия”?». При этом для ответа на последний вопрос учащимся необходимо самостоятельно провести опрос одноклассников, родителей и др. Предварительно учитель может обсудить со школьниками, что такое цвет с различных точек зрения (в частности, с позиций физики и психологии), привести примеры веществ зеленого цвета и кратко охарактеризовать их, продемонстрировать, что химическое вещество зеленого цвета не обязательно безопасное, дать информацию о противоречивой символике этого цвета. Известно, что сегодня психология цвета стала инструментом в руках не только художников и ученых, но и маркетологов, дизайнеров и др.

⁶К настоящему времени более 200 одаренных детей прошли обучение в НДТП по образовательному направлению «зеленая химия». Они выполнили множество открытых эвристических заданий. Созданные проекты отличаются креативностью и разнообразием (проекты «Японские суши в белорусской съедобной упаковке» (А. Суходольская, А. Урбан), «Биоразлагаемая жевательная резинка для чистки зубов со вкусом мяты» (М. Пинчук, В. Невестенко), «Экокомплект для экспресс-очистки воды в экстремальных условиях» (В. Гладкевич, Т. Воробей), «Биоразлагаемые блистеры и саше для лекарственных препаратов» (А. Горохова, С. Ничепорук) и др.).

⁷Под непрерывным профессиональным образованием понимают обучение, проводимое после получения начального образования, профессиональной подготовки либо вступления в трудовую жизнь, которое направлено на улучшение, обновление или приобретение новых знаний и навыков. Это образование должно обеспечить непрерывное обновление профессиональных знаний и навыков в определенной области. Указанная формулировка во многом совпадает с определением дополнительного профессионального образования с той лишь разницей, что последнее должно соотноситься с основным образованием, в то время как непрерывное профессиональное образование предполагает постоянство процесса обучения в профессиональной сфере, но никак не связывает его с характером базового образования. В таком контексте непрерывность образования можно понимать как принцип построения системы образования, обеспечивающей преемственность уровней и видов образования.

У цвета есть три главные задачи, к которым относятся привлечение внимания человека к продукту, формирование отношения к нему, а также выделение его особенностей и преимуществ. В связи с этим преподаватель может предложить обучающимся рассмотреть цветовые предпочтения разных народов, примеры цветовых решений в рекламе, дизайне одежды и интерьера, использование цвета в психодиагностике и т. д.

Следует отметить, что зеленый цвет сам по себе – это еще не зеленая химия. Четко осознавать этот факт и воспринимать зеленую химию как революционную философию, направленную на уменьшение и предотвращение загрязнения окружающей среды, обучающимся как на школьном, так и на университетском уровнях помогает эвристическое обучение, которое успешно реализуется в БГУ при изучении дисциплин зеленой химии.

Заключение

Особое значение для создания успешной модели непрерывного образования в рамках системы школа – университет, обеспечивающей преемственность уровней и видов образования, имеет использование теоретической основы и практического опыта эвристического обучения. При преподавании дисциплин зеленой химии в БГУ реализован цикл эвристической образовательной ситуации, направленной на конструирование обучающимся собственного смысла, целей и содержания образования. Актуализация на химическом факультете концепции эвристики как обучения через открытие в сочетании с конструктивистским подходом показала, что, когда обучающийся сначала создает свой образовательный продукт, выполняя откры-

тое задание, а затем сопоставляет «свое» с «чужим», т. е. культурно-историческим аналогом, эффективность обучения дисциплинам зеленой химии повышается.

Зеленая химия является относительно молодой отраслью химического знания, которая выступает в качестве главного компонента образования для устойчивого развития. В мире траектория ее преподавания только складывается и отличается инновационностью. Использование дидактической системы эвристического обучения на основе диалога при преподавании дисциплин зеленой химии создает условия для творческой самореализации обучающихся и осуществления преподавателем рефлексии над образовательной деятельностью.

Библиографические ссылки

1. Король АД. *Молчание в обучении: методологические и дидактические основы*. Минск: Вышэйшая школа; 2019. 128 с.
2. Король АД. *Технология эвристического обучения в высшей школе: теория и практика*. Минск: Вышэйшая школа; 2020. 189 с.
3. Anastas P, Warner JC. *Green chemistry: theory and practice*. New York: Oxford University Press; 1998. 135 p.
4. International Union of Pure and Applied Chemistry. Pure and applied chemistry: special topic issue on green chemistry. *Chemistry International – Newsmagazine for IUPAC*. 2001;23(1):14–16. DOI: 10.1515/ci.2001.23.1.14.
5. Король АД. *Обучение через открытие: в поисках ученика*. Минск: Вышэйшая школа; 2019. 253 с.
6. Король АД. Молчание в диалоге как проблема философии образования. *Вопросы философии*. 2019;4:6–11. DOI: 10.31857/S004287440004786-9.
7. Король АД, Прохоренко ОД, Бушманова ЕА. *Педагогика для жизни: эвристический (не)учебник (книга-мотиватор)*. Минск: Аверсэв; 2021. 112 с.
8. Король АД. *Эвристический урок. Результаты, анализ, рефлексии (как разработать и провести эвристический урок)*. Минск: Вышэйшая школа; 2018. 223 с.
9. Tang S, Smith R, Poliakoff M. Principles of green chemistry: productively. *Green Chemistry*. 2005;7(11):761–762. DOI: 10.309/B513020B.
10. Король АД, Китурко АФ. *Основы эвристического обучения*. Минск: Вышэйшая школа; 2018. 207 с.
11. Brenner M, Sorensen P, Weitz D. *Science and cooking*. New York: W. W. Norton & Company; 2020. 299 p.

Статья поступила в редакцию 05.11.2024.
Received by editorial board 05.11.2024.