

УДК 547 (075.8)

**Ф. Ф. ЛАХВИЧ,
Ю. А. СУДНИК, А. А. КРУМИНА**

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПОСТРОЕНИЯ ПРЕПАРАТИВНОГО ПРАКТИКУМА ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ В ПОДГОТОВКЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ХИМИИ

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум является важным элементом подготовки специалистов химического профиля. При этом подготовка полноценного педагога-химика невозможна без формирования его компетенции в области химического эксперимента [1]. Роль практикума состоит не только в выработке у студентов определенных экспериментальных навыков, но и в развитии научного мышления, способности интеллектуального познания сущности явлений, в пробуждении интереса к науке, в приобщении к научному поиску.

Различные аспекты организации практикумов по химии рассматривали В. П. Гаркунов, И. Л. Дрижун, Т. С. Назаров, Э. Г. Злотников, Д. М. Кирюшкин, М. С. Пак, К. Я. Парменов, В. С. Полосин, Л. А. Цветков, О. С. Зайцев, О. И. Качалова, С. Г. Шаповаленко, Б. Краузер, М. Фримантл, Г. Сиборг, М. Тейлор и др. Однако до настоящего времени не разработаны теоретические и методические основы построения и содержательного наполнения лабораторного практикума по органической химии в вузе в аспекте формирования экспериментальных компетенций будущего педагога-химика.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках исследования авторы провели сравнительный анализ научной литературы, контент-анализ учебных пособий, структурный и системный анализ, интерпретацию, обобщение и абстрагирование.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Институциональные и дидактические предпосылки. Данная работа проводилась в рамках подготовки к переходу в Беларуси к новым Стандартам высшего образования и учитывает ряд тенденций развития естественнонаучного образования: стандартизацию, диверсификацию, равнодоступность получения, интернационализацию и демократизацию, повышение фундаментальности; усиление практической, прикладной направленности. При этом важным аспектом является вычленение инварианта подготовки специалиста химического профиля, вне зависимости от его будущей профессиональной квалификации (исследователь, педагог или технолог). По нашему мнению,

таким инвариантом является предметная подготовка, на основе которой формируются профессиональные компетенции в рамках специальных профессионально ориентированных дисциплин (для педагога-химика — это «Методика преподавания (обучения) химии» и др.) [2].

Исторически химический практикум в классических университетах являлся препаративным, направленным на формирование навыков самостоятельной работы и «синтетического» (препаративного) химического мышления, имел опосредованную связь с теоретическим курсом. В то же время лабораторные занятия по фундаментальным химическим дисциплинам в педагогических вузах носили иллюстративный характер и сопровождали теоретический курс; работы носили качественный характер и способствовали формированию навыков экспериментальной работы в школьном кабинете химии. По нашему мнению, формирование узкопрофессиональных компетенций должно происходить на завершающем этапе подготовки педагога в рамках курсов методического блока и педагогической практики. Более того, данные дисциплины по определению вариативны и их содержание определяется действующими стандартами и программами общего среднего образования, учебными пособиями по курсу. В то же время отсутствие препаративно-исследовательской составляющей практической подготовки будущих педагогов не только затрудняет продолжение образования и профессиональную деятельность в научной и научно-педагогической сфере, но и снижает компетентностные характеристики собственно педагога-химика.

Сравнительный анализ структуры, содержания и функций учебных пособий по органической химии. Анализ учебных пособий по органической химии показал, что предлагаемые лабораторные занятия, соответствуя учебным программам, не всегда сочетаются с теоретической частью курса в вузе [3—5]. Подобные особенности характерны также для преподавания других учебных дисциплин и могут быть обусловленными не только особенностями тематического планирования курсов, но и целями, поставленными авторами учебного пособия [6, 7].

Основная функция лабораторных практикумов в вузах заключается в ознакомлении студентов с оснащением химической лаборатории; методами синтеза, выделения и очистки (кристаллизация, фильтрование, перегонка и др.) и определения физических свойств веществ (температур кипения и плавления, показателя преломления и др.); методами идентификации (для органических веществ — УФ-, ИК-, ЯМР-спектроскопия). Суть методологических функций лабораторного практикума состоит, *во-первых*, в облегчении и организации самостоятельной работы студентов при проработке материала и подготовке к выполнению лабораторной работы, *во-вторых*, в помощи осознанного проведения всех стадий эксперимента и в конечном итоге в формировании химического мышления [8, с. 3, 262].

Анализ литературы [3—5, 9—22] позволил нам выделить и сгруппировать по определенным признакам следующие виды лабораторных практикумов по органической химии (табл. 1). Так, были выделены основные виды лабораторных практикумов: по виду химического эксперимента, по способам и формам его постановки и выполнения, по функциональной значимости и по временному признаку.

Таблица 1

Виды практикумов по химии в высшей школе

Признаки классификации	Вид практикума
По виду химического эксперимента	демонстрационные препаративные
По способам и формам его постановки и выполнения	фронтальные индивидуальные
По функциональной значимости	привязаны к лекционному курсу не привязаны к лекционному курсу
По временному признаку	краткосрочные (до 1 ч) длительные (более 1 ч)

Нами также проведен сравнительный и контент-анализ содержания и целеполагания учебных пособий для выявления их соответствия определенным видам лабораторных занятий (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная характеристика учебных пособий по лабораторному практикуму

№ ссылки	Характеристика лабораторного практикума
[3]	Демонстрационный, фронтальный, привязан к лекционному курсу
[4]	Препаративный, индивидуальный, не привязан к лекционному курсу
[5]	Препаративный, индивидуальный, не привязан к лекционному курсу
[9]	Препаративный, индивидуальный, не привязан к лекционному курсу
[10]	Препаративный, индивидуальный, не привязан к лекционному курсу
[11]	Демонстрационный, фронтальный, привязан к лекционному курсу
[12]	Препаративный, индивидуальный, не привязан к лекционному курсу
[13]	Препаративный, индивидуальный, не привязан к лекционному курсу
[14]	Препаративный, индивидуальный, не привязан к лекционному курсу
[15]	Препаративный, индивидуальный, не привязан к лекционному курсу
[16]	Препаративный, индивидуальный, не привязан к лекционному курсу
[17]	Препаративный, индивидуальный, не привязан к лекционному курсу
[18]	Демонстрационный, фронтальный, привязан к лекционному курсу
[19]	Демонстрационный, фронтальный, привязан к лекционному курсу
[20]	Препаративный, индивидуальный, не привязан к лекционному курсу
[21]	Препаративный, индивидуальный, не привязан к лекционному курсу
[22]	Препаративный, индивидуальный, не привязан к лекционному курсу

Сравнительный анализ целеполагания лабораторных практикумов по органической химии показывает, что можно выделить, согласно этому признаку, два типа занятий. Целью одних является закрепление и обобщение теоретического материала курса, а целью других — формирование экспериментальных умений и навыков. Хотя структура и содержание препаративных практикумов связаны с лекционным курсом, составляющие их лабораторные синтезы не всегда связаны с последовательностью тем лекционных занятий.

Большинство рассмотренных пособий предлагает проведение синтезов на лабораторных занятиях. К наиболее часто предлагаемым методам препаративной органической химии, с которыми студентам необходимо ознакомиться, принадлежат синтезы органических соединений в растворителях и реже без них. При этом выполнение синтезов включает использование общих лабораторных методов, и в частности, перемешивания; кристаллизации, фильтрования; перегонки, экстракции, концентрировании растворов и пр., но с учетом специфики органических веществ. Для идентификации полученных продуктов современные пособия предлагают использовать методы, доступные в данном вузе. Чаще всего применяются УФ-, ЯМР-, ИК-, масс-спектроскопия, хроматография.

В то же время ряд практикумов, как правило, ориентированных на студентов непрофильных специальностей, предусматривают фронтальное выполнение заданий качественного характера. По нашему мнению, эффективность таких занятий является незначительной. Следовательно, даже при недостатке аудиторного времени следует организовать препаративный индивидуальный практикум, который в максимальной степени способствует формированию не только специфических для химии навыков и умений, но и творческого «синтетического» мышления. При этом реализация предложенных нами дидактических принципов построения практикума — минимизации, методической универсальности и экологизации — позволяет разрешить противоречие между нехваткой времени и формой проведения занятий.

Технологические особенности организации практикума по органической химии с использованием метода полумикросинтезов. Основным отличием учебного плана подготовки специалистов химического профиля в классических и педагогических университетах является разница в аудиторном времени, отведенном на практикум (число лекционных часов практически не отличается) [2, 24]. При этом структура учебного плана педагогического вуза делает предпочтительным проведение четырехчасовых занятий. Следовательно, организация эффективного препаративного практикума при уменьшенном (по сравнению с БГУ) числе аудиторных часов и продолжительности занятий требует изменения технологии проведения лабораторных работ.

Можно выделить четыре основных типа препаративных синтезов, проводимых в химической лаборатории: (квази)полупромышленные синтезы, макросинтезы, полумикросинтезы и микросинтезы (см. рис.).

В зависимости от учебной программы и методов преподавания в высших учебных заведениях различного профиля процессуально выделяют два основных вида практикума: малый и большой. Проведение препаративных работ различного типа требует применения специальных приемов и использования специальной техники.

Квазипромышленные синтезы входят в содержание практикумов ряда дисциплин технологических вузов. Макросинтезы на сегодня являются основной формой подготовки химиков-исследователей и технологов в рамках дисциплины «Органическая химия». Микросинтезы очень редко используются в учебном процессе и, главным образом, в курсах биохимической направленности классических университетов. Полумикросинтезы в наибольшей степени ассоциируются с так называемым малым практикумом, но в



Взаимосвязь между видами практикума
и типами лабораторных синтезов

большинстве случаев представлены упрощенными, в ряде случаев полукачественными лабораторными опытами.

Большой практикум в ряде случаев (ряд зарубежных вузов, БГТУ) проводится после окончания лекционного курса органической химии. В то же время учебный план БГУ предусматривает проведение практикума одновременно с лекционным курсом, но не параллельно ему. Синтезы проводятся со значительными количествами исходных веществ (обычно десятки граммов) и с применением довольно громоздкой аппаратуры.

Малый практикум до недавнего времени ассоциировался с полукачественным характером работ и предусматривал использование упрощенной техники эксперимента и посуды (пробирки, бутылочки вместо колб; встряхивание вместо перемешивания и приливание вместо прибавления по каплям и пр.) [23]. При этом малый практикум проводили параллельно лекционному курсу, и он иллюстрировал до определенной степени теоретическую часть курса, которая излагалась на лекциях.

На наш взгляд, главной задачей малого практикума является формирование экспериментальных умений и навыков у студентов, а также ознакомление студентов с характерными реакциями классов органических соединений, с особенностями их представителей. Таким образом, в ходе этих работ студенты знакомятся с методами синтеза, а также с выделением, очисткой и идентификацией органических веществ [12,13]. В этой связи нам представляется, что основной чертой современного малого практикума является не «упрощение», а экономизация, рационализация и методическая универсализация лабораторных опытов.

Характерной технологической особенностью полумикросинтезов является проведение их с малыми количествами веществ, что позволяет существенно экономить материалы и время — реализация принципа минимизации и, частично, экологизации. Наглядность и методическая ценность результатов синтезов при этом не снижаются. В то же время операции с малыми количествами требуют аккуратности, тщательности и соблюдения чистоты, т. е. вырабатывают у студентов экспериментальные умения и навыки, которые будут полезны для их последующей работы по любой специальной дисциплине. При этом в большинстве случаев работа с малыми количествами требует

коренной переработки экспериментальной методики как с препаративной, так и методической точки зрения. Препаративный аспект включает решение проблем с технологией отбора и смешивания исходных веществ (замена измерения объема на взвешивание в колбе, прибавление по каплям пипеткой или шприцом не чистого реагента, а его раствора и пр.). Методический аспект включает обучение обязательному набору основных лабораторных приемов при работе с органическими веществами (взвешивание, прибавление по каплям, нагрев с обратным холодильником или дефлегматором, перемешивание, кристаллизация, фильтрование при пониженном давлении, перегонка, разгонка и пр.). В данном случае реализуется принцип методической универсальности, что включает формирование основных препаративных навыков вне зависимости от конкретного перечня работ. При этом работы не становятся более примитивными, а в ряде случаев в большей степени соответствуют современной исследовательской практике.

Методологические и технологические особенности организации практикума по органической химии в БГПУ. При разработке содержания и структуры нового практикума нами были учтены как институциональные предпосылки (меньшее число аудиторных часов на лабораторные занятия), так и фундаментальные дидактические **принципы: экологизации, минимизации, рационализации, универсализации** при сохранении **научности и фундаментальности**. Реализация первых четырех принципов позволила не только организовать эффективный препаративный практикум в условиях меньшего числа часов при минимальных затратах реактивов, но также учесть современные тенденции органического синтеза (переход к полумикросинтезам, энергосбережение и рациональное природопользование).

По форме организации и виду эксперимента новый практикум является индивидуальным и экспериментальным, по отношению к теоретическому курсу относительно независимым и строится по модульному принципу (базовые модули: методы разделения и очистки веществ; углеводороды, спирты и галогенпроизводные; карбонильные и гетерофункциональные соединения). С точки зрения целеполагания в рамках практикума должны быть сформированы основные навыки планирования и проведения лабораторного синтеза (расчет и проведение синтеза, выделение и идентификация продуктов реакции) и «синтетического» мышления. Связь с теоретическим курсом осуществляется опосредованно через коллоквиумы — специфической формы взаимодействия преподаватель — студент, в которой в зависимости от относительной последовательности **«рассмотрение вопросов на лекциях — выполнение конкретных синтезов»** реализуется либо пропедевтика теоретической части дисциплины (синтезы проводятся раньше лекции), либо обобщение и систематизация пройденного материала (синтезы проводятся после лекции).

При реализации заявленных принципов организации практикума авторы столкнулись с необходимостью разработки новых препаративных методик, которые, с одной стороны, учитывали современные тенденции перехода к полумикрометодам, а с другой — реализовали ряд дидактических задач (формирование навыков работы и пр.). Для иллюстрации приведем сравнительный анализ классической и новой методик синтеза дибензальацетона (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительная характеристика синтеза дибензальацетона

Характеристика	Классический [12] синтез	Модифицированная методика
Количество реактивов	Бензальдегид—7,5 см ³ , ацетон — 2,8 см ³ , NaOH — 7,5 г, этанол — 60 см ³	Бензальдегид — 0,9 см ³ , ацетон — 0,4 см ³ , NaOH — 0,9 г, этанол — 9 см ³
Посуда и оборудование	Химический стакан, термометр, механическая мешалка, коническая колба, воронка Бюхнера	Колба, термометр, магнитная мешалка, обратный холодильник, химическая воронка, капельная воронка, фильтр Шотта
Операции синтеза	Сливание веществ, перемешивание, выделение и очистка продукта	Приготовление растворов, прибавление по каплям, перемешивание, выделение и очистка продукта

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования были выявлены виды лабораторных практикумов по органической химии, основные методологические, организационные и психолого-педагогические предпосылки их модификации; теоретически обоснованы и реализованы на практике процессуальные и технологические основы организации препаративного лабораторного практикума по органической химии в подготовке педагогов-химиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Злотников Э. General Science Education at a General School. Siaulia: Lucilius, 2008. P. 192—195.
2. Лахвич Ф. Ф., Суханкина Н. В. Актуальные проблемы модернизации химического и естественнонаучного образования: Материалы 54 науч.-прикл. конф., 8—10 апр. 2007, СПб.: РГПУ, 2007. С. 298—300.
3. Гинзбург О. Ф., Петров А. А. Лабораторные работы по органической химии: Учеб. пособие для химико-технологических специальностей вузов. М.: Высш. шк., 1982. 269 с.
4. Птицина О. А., Куплетская Н. В., Тимофеева В. К. и др. Лабораторные работы по органическому синтезу: Учеб. пособие для хим. и биол. спец. пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1979. 256 с.
5. Голодников Г. В. Практические работы по органическому синтезу. Л.: ЛГУ, 1966. 310 с.
6. Безрукова Н. П. Теория и практика модернизации обучения аналитической химии в педагогическом вузе: Дис. ... канд. пед. наук. М.: МПГУ, 2007. 24 с.
7. Василевски М. Методология, теория и методика модернизации содержания процесса обучения неорганической химии в университетах Польши. Дис. ... д-ра. пед. наук. СПб.: РГПУ, 2007. 30 с.
8. Жданов Ю. А. Очерки методологии органической химии. М.: Просвещение, 1984. 312 с.
9. Щербина А. Э. и др. Органическая химия: Лабораторный практикум по органическому синтезу: Учеб. пособие для студентов химико-технологических специальностей. Минск: БГТУ, 2006. 416 с.
10. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Н. А. Тюкавкиной, Н. Н. Артемьева, В. Л. Белобородова и др.; 3-е изд. М.: Дрофа, 2003. 384 с.
11. Смолин А. Н., Рождественская В. А. Практические работы по органической и биологической химии. М.: Просвещение, 1965. 184 с.

12. *Линстед Р., Элвидж Дж., Воли М., Вилкинсон Дж.* Современные методы исследования в органической химии / Пер. с англ. М.: Изд-во иностранной литературы, 1959. 310 с.
13. *Практыкум па арганічнай хіміі: Вуч. дап. для студэнтаў хіміка-тэхналагічных спецыяльнасцей / Пад рэд. Я. Г. Міляшкевіча.* Мінск: БДТУ, 2005. 350 с.
14. *Кост А. Н.* Общий практикум по органической химии. М.: Просвещение, 1973. 162 с.
15. *Сак В.* Лабораторный практикум по органической химии. Горки: БСХА, 1959. 261 с.
16. *Шарп Дж., Госни И., Роули А.* Практикум по органической химии / Пер. с англ. М.: Мир, 1993. 240 с.
17. *Алексеев А. Д., Баштан-Кандыбович И. И.* Органическая химия: Учеб.-метод. пособие по выполнению лабораторных работ для студентов спец. 1-54 01 03 «Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции». Минск: БГТУ, 2006. 66 с.
18. *Осипенко Ф. Г.* Методическое руководство и малый практикум по органической химии. Минск: Выш. шк., 1965. 160 с.
19. *Веремеев Л. А.* Краткий практикум по органической химии. Минск: Урожай, 1966. 146 с.
20. *Прянишников Н. Д.* Практикум по органической химии. М.: Гос. науч.-техн. изд-во хим. лит-ры, 1956. 244 с.
21. *Вейганд-Хильгетаг.* Методы эксперимента в органической химии. М.: Химия, 1968. 944 с.
22. *Титце Л., Айхер Т.* Препаративная органическая химия: Реакции и синтезы в практикуме органической химии и научно-исследовательской лаборатории. М.: Мир, 1994. 704 с.
23. *Некрасов В. В.* Руководство к малому практикуму по органической химии. М.: Гос. науч.-техн. изд-во хим. лит-ры, 1960. 356 с.
24. *Хвалюк В. Н., Василевская Е. И., Каратаева Т. Н., Прокашева В. А.* Современные тенденции развития химического образования: интеграционные процессы. М.: Выш. шк., 2008. С. 45—53.

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ, грант № Г07-251.

УДК 547 (075.8)

Ф. Ф. ЛАХВИЧ, О. М. ТРАВНИКОВА

ТЕХНОЛОГИЯ КОНДЕНСИРОВАННОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ВВЕДЕНИЕ

Химия первоначально возникла как чисто эмпирическая область знаний, и проблема взаимосвязи между эмпирическим и теоретическим началами в химии представляется ключевым фактором, определяющим методологические, психологические и педагогические аспекты формирования структуры и содержания современных химических дисциплин. Ранее нами была введена категория «визуализации» в химии в качестве основной модели взаимотрансформации в системе реальный объект ↔ теоретическая модель ↔ наглядный образ [1—3]. Многие авторы визуализацию в химии ассоциируют с раз-