

# ИННОВАЦИИ В ПОДГОТОВКЕ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В ОБЛАСТИ ХИМИИ И СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН

**М.Ю. Соловьев, К.В. Карамышева, Е.Л. Документова**

*Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского  
Ярославль, Российская Федерация*

Одной из приоритетных задач отечественного химико-фармацевтического комплекса является обеспечение независимости страны от импорта современных лекарственных препаратов из-за рубежа. Выполнение поставленной задачи требует не только модернизации фармацевтической промышленности, но и инновационных решений в области химического образования, задачей которого является подготовка квалифицированных специалистов для разработки инновационных лекарственных препаратов, а также педагогов средней и высшей школы, способных подготовить таких специалистов. Эта задача представляется разрешимой при условии интеграции науки и образования на всех этапах его получения будущим специалистом, начиная с подготовки школьников, ориентированных на научно-исследовательскую деятельность, с соблюдением принципов преемственности, научности и доступности образования в рамках компетентностно-деятельностного подхода.

В Ярославском государственном педагогическом университете им. К.Д. Ушинского создан научно-образовательный центр «Инновационные исследования». Главной задачей Центра является обеспечение интеграции образования и науки в области химии и смежных естественнонаучных дисциплин для эффективного воспроизводства научно-педагогических кадров, сохранения преемственности и закрепления молодых специалистов в сфере науки, образования и высоких технологий. Центр создан на базе кафедры органической и неорганической химии и института проблем хемогеномики. Кафедра и Институт, входящие в состав Центра, выполняют учебно-методическую и научно-исследовательскую работу. Механизм взаимодействия этих двух структур можно определить следующим образом: Кафедра обеспечивает подготовку специалистов по схеме «абитуриент – студент – аспирант – научный сотрудник», а Институт обеспечивает трансформацию важнейших результатов научных исследований в элементы теории или практики для последующего использования в учебном процессе. Фактически в университете создано единое информационное пространство, взаимно ориентирующее Институт и

Кафедру и способствующее повышению качества преподавания и внедрения научных исследований [1].

Основным направлением научно-исследовательской работы Института является разработка методов синтеза комбинаторных библиотек структурных аналогов азот-, кислород- и серусодержащих гетероциклических соединений, обладающих улучшенными фармакокинетическими параметрами, обеспечивающими возможность проявления соединениями терапевтически значимой активности, и проведения всех этапов их испытаний совместно с партнерами из сферы малого и среднего бизнеса. К структурным аналогам, синтез которых планируется, в зависимости от конечной цели разработки могут предъявляться различные требования, например, высокая или низкая проникаемость в кровь из желудочно-кишечного тракта, проникаемость через гематоэнцефалический или плацентарный барьер, способность связываться с белками плазмы крови и т.п. Для проведения дальнейших биологических испытаний все целевые соединения должны быть хорошо растворимы в диметилсульфоксиде. Все эти параметры легко определимы для уже имеющегося соединения, но прогноз значений таких параметров на этапе досинтетического планирования представляет собой непростую задачу, разрешимую методами КССА-моделирования (количественные соотношения структура-активность, QSAR). Зависимости между набором значений множества дескрипторов и конечной биологической активностью изучаются в Институте путем построения и анализа самоорганизующихся карт Кохонена [2]. Данный метод нейронно-сетевого моделирования позволяет в неявном виде обнаружить эти зависимости, визуализировать результаты и использовать их для прогнозирования биологических свойств соединений еще на этапе планирования их синтеза.

В свою очередь кафедра, функционируя в рамках научно-образовательного центра «Инновационные исследования», призвана использовать основные результаты научных исследований Института для внедрения их в учебный процесс и создания методологической базы для подготовки специалистов, обладающих необходимыми компетентностями для выполнения всего комплекса научно-исследовательских работ, предшествующих созданию инновационных лекарственных препаратов. Как уже упоминалось ранее, Кафедра обеспечивает пополнение кадрового резерва путем целенаправленной подготовки квалифицированных специалистов, начиная со школьной скамьи. По мнению авторов, главным условием инновационного образования в области химии и смежных естественнонаучных дисциплин является вовлечение школьников и студентов в научно-исследовательский процесс на всех его этапах. Безусловно, такое внедрение требует значительной предварительной подготовки – научно-исследовательская деятельность должна стать для будущего специалиста целью и средством образования. В этой связи одним из важнейших направлений работы Кафедры становится организационно-методическое сопровождение школьников и студентов, ориентированных на научно-

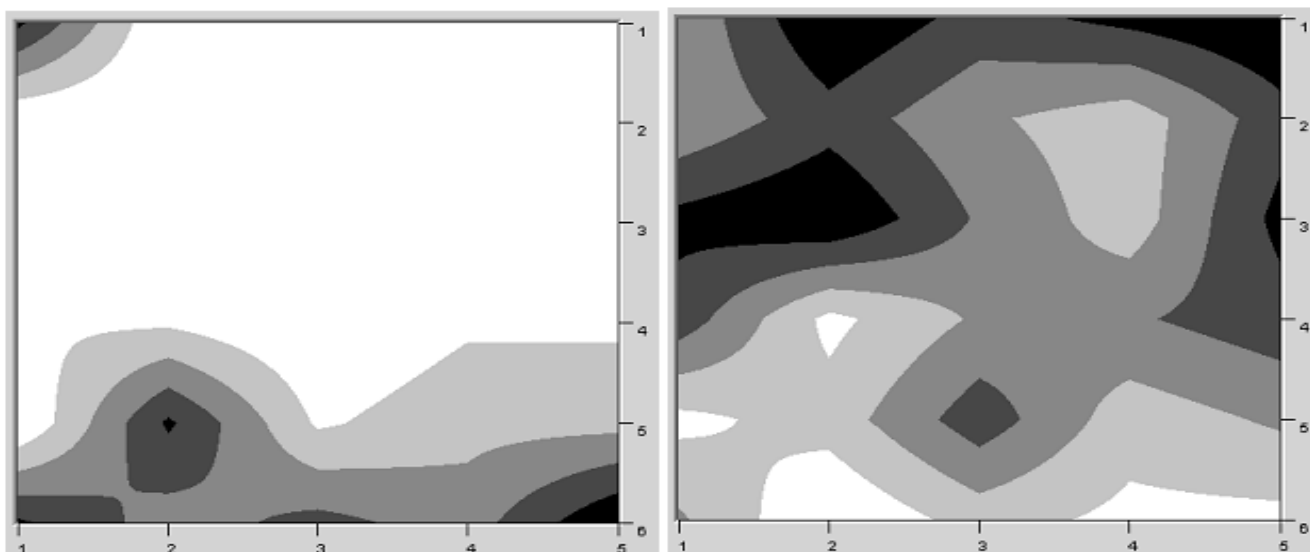
исследовательскую деятельность. Такое сопровождение представляет собой комплекс педагогических и научно-исследовательских мероприятий, включающий:

- 1) выявление склонности школьников к научно-исследовательской деятельности и их профессиональная ориентация;
- 2) организацию индивидуальной исследовательской деятельности школьников;
- 3) поддержку различных форм научного творчества;
- 4) разработку инновационных образовательных программ, направленных на формирование междисциплинарных связей;
- 5) внедрение результатов научно-исследовательской работы в учебный процесс в вузе, а также в рамках внешкольных программ дополнительного образования.

Необходимость выявления склонности школьников к научно-исследовательской деятельности обусловлена потребностью в привлечении новых кадров для проведения научных исследований в вузе. Было обнаружено, что даже самым успешным в изучении химии (или других предметов) школьникам иногда не удается проявить себя в таком специфическом виде интеллектуальной деятельности, как индивидуальная исследовательская деятельность. Ранее отмечалось, что привлечение школьников к исследовательской работе может привести к нежелательному отрицательному результату в случае, когда школьник, будучи неспособен к такого рода деятельности, не может довести дело до конца и испытывает разочарование [3]. Нами была предпринята попытка отыскания статистически значимых отличий между личностными особенностями подростков, добившихся высокого результата в научно-исследовательской работе, а также подростков, ориентированных на деятельность, не предполагающую творчества. Для исследования были выбраны участники заключительного этапа Российской научной конференции школьников «Открытие» и учащиеся профессиональных училищ г. Ярославля. Для оценки индивидуально-психологических особенностей личности был использован опросник 16PF Р. Кеттелла (форма С) [4]. Данный опросник, выявляя эмоциональные, коммуникативные, интеллектуальные свойства, а также свойства саморегуляции, обобщающие информацию человека о самом себе, позволяет описать личность через 16 фундаментально независимых и психологически содержательных факторов («конституционные факторы»). Из полного набора факторов для поиска закономерностей были отобраны восемь, обнаруживающие наибольшие различия в характере распределения своих значений в двух исследуемых группах подростков: А (сизотимия – афферотимия), В (высокий – низкий интеллект), Е (доминантность – конформность), Н (пармия – тректия), I (премсия – харрия), М (аутия – праксерния), О (гипотимия – гипертимия) и Q1 (радикализм – консерватизм).

Технология построения самоорганизующихся карт Кохонена была применена для установления неявных закономерностей между значениями восьми факторов и

склонностью к научно-исследовательской работе. На рисунке 1 представлены построенные карты для двух исследуемых групп подростков.



а) б)  
Рис. 1. Расположение на самоорганизующейся карте Кохонена зон:  
а) учащихся профессиональных училищ;  
б) школьников, успешных в научно-исследовательской работе

Проведенные вычисления показывают, что полученные зоны абсолютно не пересекаются, однако, в обеих тестируемых группах обнаружена заметная доля подростков, которые не могут быть отнесены ни к одной из групп. Такой результат в очередной раз подтверждает принципиальную возможность диагностики такого явления как склонность к научной работе, при этом ярко демонстрируя сложность этого явления.

Таким образом, метод, используемый для решения задач Института, был оригинально трансформирован и применен в сфере интересов кафедры, что оказалось возможным, благодаря созданию единого информационного пространства научной и образовательной сферы. Обследование старшеклассников с использованием опросника Кеттелла с последующим сопоставлением полученных результатов с вышеописанными данными позволяют выявить школьников, более склонных к участию в научно-исследовательской деятельности. В настоящее время полученные результаты проходят уточнение путем расширения выборок модельных тестируемых групп, а также проверку временем в ходе лонгитюдного исследования школьников, привлеченных к индивидуальной исследовательской деятельности с использованием данного метода. Одна из участниц проекта является соавтором настоящей статьи.

В свою очередь организация индивидуальной исследовательской деятельности представляет собой непростую задачу. В Ярославле уже более 10 лет функционирует городская программа «Открытие», задачей которой является удовлетворение

образовательных потребностей старшеклассников, ориентированных на интеллектуальную деятельность. Занятия проводят ведущие ученые города в виде лекций и практических занятий по всем основным направлениям современной науки. В том числе занятия программы фактически являются механизмом отбора школьников для вовлечения их в индивидуальную исследовательскую деятельность под руководством ученых вузов. Основные принципы работы программы «Открытие» неоднократно описывались в литературе [5, 6].

При этом организация индивидуальной исследовательской деятельности старшеклассников, по мнению авторов, является лишь одним из возможных путей удовлетворения потребностей школьников в интеллектуальном творчестве наряду, например, с олимпиадным движением и интеллектуальными играми.

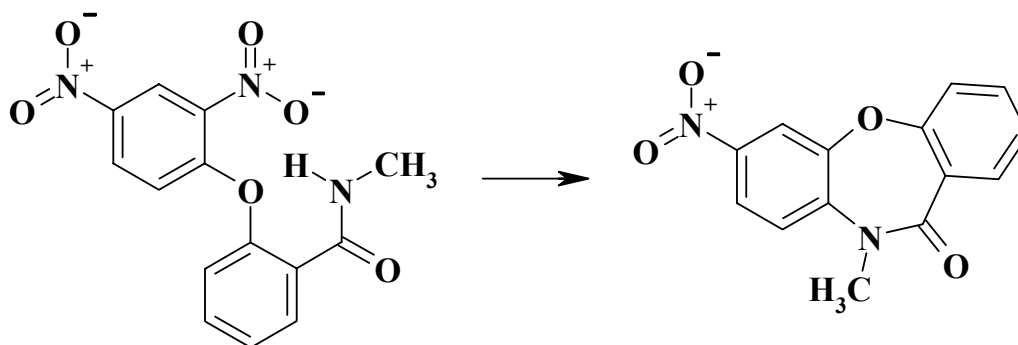
Одним из приоритетных направлений работы по повышению эффективности деятельности химического семинара программы «Открытие» является разработка инновационных образовательных программ, направленных на формирование междисциплинарных связей. Одной из таких программ, разработанных авторами и успешно опробованных на занятиях химического семинара, является программа «Математические методы в решении химических задач». Идея разработки такого курса связана с необходимостью достаточного владения математическим аппаратом будущими учеными. Шагом в этом направлении является формирование междисциплинарных связей между химией и математикой.

Схема решения многих текстовых задач по химии может быть представлена в виде следующего набора операций:

- 1) раскрытие химизма задачи путем написания уравнений всех протекающих реакций;
- 2) упрощение условий и определение известных и неизвестных величин;
- 3) установление количественных соотношений между известными и неизвестными величинами и сведение «химической» задачи к «математической»;
- 4) решение «математической» задачи;
- 5) наполнение полученного решения химическим содержанием и получение ответа.

Формирование межпредметных связей между химией и математикой, таким образом, может быть усилено в результате систематического решения химических задач, сгруппированных в тематические блоки, имеющие в своей основе классификацию по принципу математического содержания, вместо традиционной классификации по химическому предмету. Созданная программа рассчитана на 100 часов аудиторной работы и включает разделы, посвященные решению химических задач путем составления и решения линейных уравнений, систем линейных уравнений, квадратных уравнений, неравенств и систем уравнений и неравенств, показательных и экспоненциальных уравнений, а также анализа функций, использования координатного метода и решения геометрических задач.

Однако с точки зрения инновационного развития образования наибольший интерес, по мнению авторов, представляет внедрение в учебный процесс результатов научно-исследовательской деятельности, проводимой в вузе. В настоящее время завершена большая работа по созданию учебного фильма, описывающего механизм протекания реакции денитроциклизации, представленной на схеме:



Описанный механизм представляет собой перегруппировку Смайлса, изучение которой составляет определенное затруднение с точки зрения геометрии взаимодействия с образованием спиро- $\sigma$ -комплекса: на первой стадии происходит депротонирование амидного атома азота, за которым следует нуклеофильная атака по ароматическому атому углерода, сопровождающаяся замещением кислорода, который далее замещает нитро-группу. Уменьшить сложность пространственного восприятия системы был призван учебный фильм, построенный на основе визуализации z-матриц состояния системы в ходе пошагового квантово-химического моделирования с использованием программы Морас. При изучении реакции на экране компьютера появляется изображение взаимодействующих атомов, а изменение теплоты образования системы одновременно изображается в виде строящейся энергетической диаграммы. В настоящее время описанная технология применена для создания учебных фильмов по реакциям электрофильного замещения в гетероциклических системах, нуклеофильного замещения в ароматическом ряду, а также при асимметрическом и карбонильном атомах углерода. Описанные реакции являются постоянными объектами изучения в НОЦ. С одной стороны, учебные фильмы, построенные на простых органических реакциях, используются для обучения школьников. С другой стороны, при изучении органической химии в университете такие учебные фильмы призваны обучить студентов современным сложным химическим реакциям, а также возможности использования комплекса современных методов для исследования и образования.

Построение и анализ карт Кохонена осуществлялись с использованием программы Smart Mining, v. 1.01, любезно предоставленной коллективом разработчиков ООО «Исследовательский институт химического разнообразия», г. Химки, Московская область.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьев М.Ю. Нейронно-сетевое моделирование в работе научно-образовательного центра «Инновационные исследования» ЯГПУ им. К.Д. Ушинского. – Тез. докл. III Всеросс. науч.-практ. конф. «Инновационные процессы в химическом образовании». – Челябинск, 12-15 октября 2009 года, с. 80-82.
2. Kohonen T. Self-organization and associative memory. – Berlin: Springer Verlag, Series in Information Sciences, 1984, vol. 8.
3. Соловьев М.Ю., Левина О.Г. Организация научно-исследовательской деятельности учащихся по химии в г. Ярославле. – Тез. докл. II Всеросс. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы химического образования». – Челябинск, 26-30 сентября 2006 года, с. 250-252.
4. Cettell R.B., Eber H.W., Tabsuoka M.M. Handbook for the sixteen personality factor questionnaire (16 PF). – Champaign: Illinois, 1970. – 388 p.
5. Соловьев М.Ю., Волкова Л.В., Красавина Е.Н., Соловьева Н.В. Новые подходы к организации индивидуальной исследовательской деятельности старшеклассников. – Межвуз. сб. науч. трудов «Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии». – Саратов, 2007, с. 402 – 403.
6. Соловьев М.Ю., Скворцова Ю.В., Богомолов Ю.В., Левина О.Г. Актуальные проблемы организации творчества одаренных школьников. В сб.: Современные тенденции развития химического образования: работа с одаренными школьниками / Под общей ред. акад. В.В. Лунина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2007, с. 50-66.