

Научная статья
УДК 929:378.12
DOI: 10.46724/NOOS.2025.2.62-72

Т. П. Кустова, Л. Б. Кочетова

КРАТКИЙ ОЧЕРК НАУЧНОЙ И ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОФЕССОРА Л. В. КУРИЦЫНА (1932—2024)

Аннотация. Цель данной статьи — показать роль профессора Л. В. Курицына (1932—2024) в становлении и развитии биолого-химического факультета Ивановского государственного университета. Выдающийся ученый, доктор химических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, декан биолого-химического факультета, заведующий кафедрой физической химии Лев Викторович Курицын на протяжении 43 лет трудился в Ивановском государственном университете, основал научную школу, которая в настоящее время плодотворно работает в ИвГУ. Авторы рассматривают этапы биографии профессора Л. В. Курицына в связи с основными направлениями его научных исследований. Показано, что ключевой областью научных интересов Л. В. Курицына являлись кинетика реакций ацильного переноса и количественный учет влияния строения реагентов и свойств среды на кинетические закономерности протекания реакций в растворах. Авторы отмечают особое значение исследований, выполненных научной группой под руководством Л. В. Курицына. В статье рассмотрены направления дальнейшей работы научной школы Л. В. Курицына. Значительное внимание в статье уделяется вопросам организации учебного процесса на кафедре физической химии, разработке и совершенствованию лабораторных практикумов и практической подготовке обучающихся.

Ключевые слова: научная школа, кинетика, ацилирование, амины, α -аминокислоты, термодинамика.

Ссылка для цитирования: Кустова Т. П., Кочетова Л. Б. Краткий очерк научной и педагогической деятельности профессора Л. В. Курицына (1932—2024) // Ноосферные исследования. 2025. Вып. 2. С. 62—72.

Original article

Т. П. Kustova, L. B. Kochetova

A BRIEF SKETCH OF SCIENTIFIC AND PEDAGOGICAL ACTIVITIES OF PROFESSOR L.V. KURITSYN (1932—2024)

Abstract. The purpose of this article is to show the role of Professor L. V. Kuritsyn (1932—2024) in the formation and development of the Faculty of Biology and Chemistry of Ivanovo State University. An outstanding scientist, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation, Dean of the Faculty of Biology and Chemistry, Head of the Department of Physical Chemistry Lev Viktorovich Kuritsyn worked at Ivanovo State University for 43 years, founded a scientific school, which is currently working productively at Ivanovo State University. The authors consider the stages of the biography of Professor L. V. Kuritsyn in connection with the main directions of his scientific

research. It is shown that the key area of scientific interests of L. V. Kuritsyn were the kinetics of acyl transfer reactions and quantitative consideration of the influence of the structure of the reagents and the properties of the medium on the kinetic regularities of reactions in solutions, the study of which is necessary due to the great practical significance of the products of amines N-acylation. The authors note the special significance of the research carried out by the scientific group led by L. V. Kuritsyn. The article discusses the directions of further work of the scientific school of L. V. Kuritsyn. Considerable attention is paid in the article to the organization of the educational process at the Department of Physical Chemistry, the development and improvement of laboratory workshops and practical training of students.

Keywords: scientific school, kinetics, acylation, amines, α -amino acids, thermodynamics.

Citation Link: Kustova T. P., Kochetova L. B. (2025) A brief sketch of scientific and pedagogical activities of professor L. V. Kuritsyn (1932—2024), *Noospheric Studies*, no. 2, pp. 62—72.

Выдающийся ученый, доктор химических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, декан биолого-химического факультета, заведующий кафедрой физической химии, Лев Викторович Курицын верой и правдой служил Ивановскому государственному университету на протяжении 43 лет своей трудовой жизни. Он родился 13 мая 1932 года в пос. Старая Вичуга Ивановской области. Вырос в рабочей семье. Отец погиб на фронте, мать работала ткачихой на фабрике им. Красина.

Получив в 1955 году диплом инженера-химика по специальности «Технология электрохимических производств», Лев Викторович начинает свою педагогическую деятельность в качестве ассистента кафедры физической химии Ивановского химико-технологического института. Параллельно он учится в аспирантуре у Н. К. Воробьева, под руководством которого выполняет и в 1965 году успешно защищает кандидатскую диссертацию.

В 1968—1969 годах Л. В. Курицын проходит стажировку в Англии на базе Бирмингемского университета у доктора С. Ф. Уэллса. В это время окончательно формируется область научных интересов Льва Викторовича — кинетика реакций ацильного переноса и количественный учет влияния строения реагентов и свойств среды на кинетические закономерности протекания реакций в растворах.

Знание кинетических закономерностей и механизмов протекания химических реакций необходимо для оптимизации химических процессов, т. е. для управления промышленным синтезом с целью получения химического продукта необходимого качества при минимальных материальных и энергетических затратах и минимизации ущерба для окружающей среды. Для этого требуются экспериментальные данные о скоростях протекания процесса в целом, его отдельных стадий, а также об их последовательности (механизме) и глубине протекания, в зависимости от условий — строения реагентов, температуры, выбора растворителя, катализатора и пр.

Реакции ацильного переноса широко применяются в органическом синтезе. Ацилированием в широком смысле называют замещение в молекуле органического соединения атома или группы атомов ацильной группой (от англ. *acid* — кислота). В том случае, когда ацильная группа присоединяется к атому азота, процесс называют *N*-ацилированием. Наиболее распространенными ацилирующими агентами являются карбоновые кислоты, их ангидриды, галоген-

ангидриды и эфиры. Благодаря большой практической значимости продуктов *N*-ацилирования аминов особую актуальность имеет изучение кинетики реакций ацильного переноса с их участием.

Реакции *N*-ацилирования аминов используются в органическом синтезе при получении полупродуктов и красителей, поверхностно-активных веществ (ПАВ) — моющих, парфюмерно-косметических средств, ПАВ технического назначения, например текстильно-вспомогательных веществ. *N*-ацилирование аминсоединений применяется в производстве полимеров с заданными свойствами: высокой термостойкостью, отличными электрическими и механическими характеристиками, высокой химической устойчивостью. В частности, материал кевлар, используемый в производстве бронезилетов и других средств бронезащиты, также является продуктом ацилирования аминов. К продуктам *N*-ацилирования относится множество биологически активных веществ и лекарственных препаратов. Важнейшее значение имеют реакции *N*-ацилирования, протекающие в живых объектах.

В 1975 году Л. В. Курицын блестяще защищает докторскую диссертацию. В ней были рассмотрены кинетические закономерности ацилирования ароматических аминов хлорангидридами ароматических карбоновых и сульфоновых кислот в органических и водно-органических растворителях; представлены результаты изучения реакционной способности ароматических диаминов и дихлорангидридов ароматических дикарбоновых кислот, необходимые для прогнозирования скоростей первых стадий поликонденсации этих соединений. Льву Викторовичу удалось экспериментально получить универсальное корреляционное уравнение, позволяющее предсказывать реакционную способность различных замещенных ароматических аминов и ангидридов кислот в широком температурном интервале для разных составов водно-органических сред. Это имело большое значение для проведения технологических расчетов скоростей поликонденсационных процессов при получении полимеров с заданными свойствами.

Вскоре молодой доктор химических наук получает приглашение на работу в только что организованный Ивановский государственный университет, где в 1978 году он возглавил кафедру физической химии. На новом месте заведующего кафедрой ждали голые стены, цементный пол, металлорежущие станки и... доставшийся по наследству от индустриально-педагогического факультета пединститута трактор, который стоял на месте будущей лаборатории. Под руководством и при непосредственном участии заведующего преподаватели и сотрудники кафедры своими руками привели в порядок помещение, смонтировали оборудование, обеспечили лабораторию всем необходимым. В короткие сроки кафедра была подготовлена к приему студентов биолого-химического факультета.

С 1981 года в течение пяти лет профессор Л. В. Курицын работает деканом биолого-химического факультета ИвГУ, совмещая эту должность с заведованием кафедрой. Будучи человеком беззаветно преданным науке, Лев Викторович не захотел оставаться деканом на второй срок и предпочел организационно-административной работе научно-исследовательскую деятельность. В этот период все внимание было направлено на подготовку аспирантов, а также на руководство хозяйственными работами (ХДР). Были установлены тесные научные связи с Волжским заводом синтетического волокна, Калининским научно-исследовательским институтом синтетических волокон (ВНИИСВ), Московским научно-исследовательским институтом технического стекла, Владимирским

научно-исследовательским институтом синтетических смол (ВНИИСС), где под руководством проф. Л. Б. Соколова проводились интенсивные теоретические исследования и разработка оптимальных методов синтеза полимеров. Под руководством Льва Викторовича были решены важные технологические проблемы химии поликонденсационных процессов и получения полимерных материалов с заданными свойствами: волокна «спандекс», технического стекла «триплекс».

Были исследованы кинетические стадии синтеза ультратонких обратноосмотических полимерных мембран, которые применяются в современных технологиях разделения веществ. Основное внимание в исследованиях было обращено на установление количественных закономерностей влияния строения реагентов, химической природы и состава органических и водно-органических растворителей, температуры на константу скорости реакции, позволяющих прогнозировать скорости процесса и выход целевого продукта. По объему финансирования в рамках ХДР в 1978—1990 годах кафедра физической химии занимала одно из первых мест в университете, что позволило существенно модернизировать материальную базу, приобрести современное оборудование, обеспечить кафедру реактивами на долгие годы.

В дальнейшем спектр используемых в кинетических исследованиях ацилирующих агентов существенно расширился, была изучена реакционная способность ангидридов ароматических карбоновых и хлорангидридов сульфоновых кислот в *N*-ацилировании аминов. Ряд разработок финансировался Министерством образования и науки РФ в рамках научно-технической программы «Научные исследования высшей школы в области химии и химических продуктов».

Важнейшими областями применения продуктов аренсульфонилования (реакций *N*-ацилирования аминов хлорангидридами сульфоновых кислот) являются фармакология и медицина. С момента открытия белого стрептоцида в 1935 году и по настоящее время в клинической практике широко используются более 50 сульфамидных препаратов для лечения и профилактики бактериальных инфекций (стрептоцид, бисептол), кроме того, этот класс соединений проявляет диуретические (мочегонные) свойства (например, диакарб), применяется для лечения гипертензии (повышенного внутричерепного давления).

В научной литературе последнего десятилетия отмечается возросший интерес к исследованию механизма образования связи *N*-S в биологических объектах, в частности, доказана важная роль производных сульфокислот в ингибировании ферментов (в том числе отвечающих за пролиферацию клеток лейкемии L1210 и P388). Все это делает актуальными исследования реакционной способности аминов разных классов в аренсульфониловании.

В продолжение начатых в диссертационной работе Льва Викторовича исследований реакции аренсульфонилования анилина был расширен круг объектов: изучена реакционная способность в аренсульфониловании ароматических и жирноароматических аминов, аренкарбогидразидов, аминокислот и α -аминокислот. В качестве ацилирующих агентов были выбраны хлорангидриды и дихлорангидриды сульфокислот бензола и нафталина.

Результаты выполненных кинетических исследований свидетельствуют о том, что для изученных реакций в большинстве органических растворителей характерны невысокие скорости ($k = 10^{-2} \div 10^{-3}$ л·моль⁻¹·с⁻¹), поэтому важным является поиск смешанных растворителей, способных их ускорять. Среди таких

растворителей особое место занимают водно-органические среды. Известно, что вода как растворитель обладает уникальными свойствами, связанными с особенностями строения ее молекул: малым размером, наличием большого дипольного и квадрупольного моментов, балансом протонодонорных и протонакцепторных свойств. Оказалось, что в водных растворах неэлектролитов (диоксана, ацетонитрила, спиртов и др.) константа скорости увеличивается в 10—100 раз по сравнению с соответствующими неводными средами, а выход целевого продукта достигает 98—99 %. Конечно, существуют серьезные трудности в исследовании таких систем, связанные в первую очередь с малой растворимостью сульфонилхлоридов в водно-органических смесях и их гидролизом, однако системы «вода — неэлектролит» следует считать перспективными в силу указанных выше причин.

Обширные исследования кинетики реакций аренсульфонирования аминами и аренкарбогидразидов показали, что уравнение перекрестной корреляции, полученное Львом Викторовичем для реакции аминами с хлорангидридами карбоновых кислот, применимо и для этих систем, чем доказан его универсальный характер. Уравнение перекрестной корреляции не ограничивает влияние растворителя на константу скорости реакции лишь некоторыми его физико-химическими свойствами, а учитывает сольватацию функциональных групп реагентов, поэтому оно лишено недостатков других уравнений, основанных на принципе линейности свободных энергий. Количество констант скорости аренсульфонирования ароматических аминов хлорангидридами ароматических сульфокислот, которые можно рассчитать по уравнению, составляет десятки тысяч, а диапазон изменения этих величин при варьировании условий охватывает не менее пяти порядков. Важным достоинством уравнения является его применимость для прогнозирования кинетики реакций в многокомпонентных растворителях.

Любимым детищем Льва Викторовича, воплощением его многолетней мечты стали начатые в 80-е годы исследования кинетики реакций *N*-ацилирования α -аминокислот.

α -Аминокислоты выполняют множество функций в живых организмах: являются структурными элементами, т. е. «кирпичиками», из которых сложены молекулы белков, производные α -аминокислот служат переносчиками сигналов в организмах; входят в состав коферментов, желчных кислот, антибиотиков, принимают участие в обмене веществ.

Для различных биохимических реакций организм использует исключительно аминокислоты, а не белки. Некоторые из α -аминокислот не могут синтезироваться в организме человека и должны поступать вместе с пищей. Это незаменимые аминокислоты (валин, лейцин, изолейцин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин, лизин). Их действие избирательно, это значит, что, подбирая соответствующим образом аминокислотные производные и учитывая природу среды, можно регулировать характер и интенсивность воздействия этих веществ на свойства различных биологических систем. Для этого необходимы кинетические данные по реакционной способности α -аминокислот и влиянию на нее таких факторов, как строение реагентов, температура, состав и кислотность среды.

Ацилпроизводные α -аминокислот, являющиеся продуктами их ацилирования, вызывают особый интерес благодаря исключительно широкому спектру действия. Они проявляют физиологическую и поверхностную активность, используются при различных исследованиях в биологии и биохимии. Ациламино-кислоты обладают низкой токсичностью, способны усваиваться организмом, так как являются исходными материалами для синтеза собственных липидов и гормонов, выступают в качестве продуктов метаболизма. Они являются действующим веществом многих лекарств, ценным сырьем для множества парфюмерно-косметических средств, например, входят в состав шампуней, не раздражающих глаза и кожу, придающих волосам мягкость и блеск, улучшающих состояние волос; составляют основу различных гелей, кремов, лосьонов, ополаскивателей и пр. Проявляя фунгицидную активность, ациламинокислоты нетоксичны для растений, ускоряют их рост, регулируют образование этилена; обладая поверхностно-активными свойствами, широко применяются в технике, входят в состав ингибиторов коррозии, флотагентов, собирателей нефтепродуктов. Важно отметить, что ациламинокислоты не являются экотоксичными, так как легко ассимилируются природной средой.

Развитие промышленных способов получения ациламинокислот требует разработки непрерывных технологических схем, что связано с оптимизацией процесса. Для выбора оптимальных условий синтеза и проведения технологических расчетов необходимы данные по реакционной способности α -аминокислот в реакциях ацильного переноса.

Таким образом, исследования кинетики ацилирования α -аминокислот и дипептидов имеют важное значение как при объяснении механизмов протекания реакций в биологических системах, так и при оптимизации процессов синтеза. Однако данные по кинетике *N*-ацилирования α -аминокислот на момент начала исследований практически отсутствовали в литературе, поскольку выполнение этих исследований осложняется рядом обстоятельств, среди которых основными являются нерастворимость α -аминокислот в органических растворителях и сильный гидролиз ацилирующих агентов в воде, а также возможность существования α -аминокислот в растворе в четырех ионных формах, реакционная способность которых различна. Задача преодоления этих трудностей была решена в результате длительных, включающих несколько этапов, весьма трудоемких экспериментов, благодаря опыту, научной эрудиции, упорству Льва Викторовича в достижении цели, а также его таланту и интуиции как химика-исследователя.

Исследования кинетики ацилирования α -аминокислот и термодинамики их кислотно-основного взаимодействия в водно-органической среде осуществлялись на кафедре физической химии под руководством Л. В. Курицына с 1985 года.

Проведение реакции в воде и водно-органических растворителях позволило снизить скорость гидролиза ацилирующих агентов, с одной стороны, и увеличить растворимость α -аминокислот — с другой. Для исследования кинетики реакций необходимо знать концентрации реакционноспособных частиц в растворе. Поскольку α -аминокислоты в растворах могут существовать в четырех формах, но в ацилировании могут участвовать только две из них, имеющие непротонированную аминогруппу, для расчета концентраций этих частиц в растворе нужны данные по термодинамическим константам диссоциации α -аминокислот в водно-органической среде. Имеющиеся на тот момент в литературе данные

были очень ограниченны. (Следует отметить, что и на сегодняшний день большая часть литературных данных по термодинамическим константам диссоциации α -аминокислот в водно-органической среде является результатом исследований группы Л. В. Курицына). В связи с указанными обстоятельствами пришлось организовывать и проводить дополнительное большое исследование.

Для определения констант диссоциации α -аминокислот Л. В. Курицын предложил метод потенциометрического титрования Харнеда с непроточным хлорсеребряным электродом, который дает существенно более точные результаты по сравнению с обычно используемыми для таких целей проточными заводскими электродами. Свидетельством надежности выбранного метода является совпадение полученных значений констант диссоциации глицина с данными, полученными Харнедом, с точностью 0,01-0,02 лог. ед. Были впервые определены термодинамические константы диссоциации 12 α -аминокислот, их этиловых эфиров, дипептидов, а также ряда алифатических аминов в водных растворах диоксана и изопропанола в широком диапазоне составов бинарных растворителей при разных температурах. Всего было проведено более 300 термодинамических опытов. Для проведения эксперимента Лев Викторович собственноручно изготовил микрошприц-дозатор, позволяющий добавлять титрант с точностью до 0,001 мл, а непроточные хлорсеребряные электроды были изготовлены в лаборатории под его руководством.

На основании данных термодинамического исследования были рассчитаны концентрации различных ионных форм α -аминокислот в растворах. Эти данные подтвердили предположение об очень малых концентрациях реакционно-способных частиц в растворе.

Полученные данные были предназначены для расчета констант скорости реакций α -аминокислот с хлорангидридом бензойной кислоты. Эти расчеты довольно трудоемки, компьютеров в то время не было, но появились программируемые микрокалькуляторы ВЗ-34. Лев Викторович разработал специальную программу, сократив тем самым время расчета в десятки или в сотни раз.

Наблюдаемые константы скорости, определенные спектрофотометрическим методом, являлись сложными величинами, характеризующими одновременно скорость ацилирования и скорость протекающей параллельно реакции гидролиза хлорангидрида. Следует отдать должное научной интуиции Льва Викторовича, благодаря которой удалось найти тот очень узкий диапазон условий проведения опытов (состав растворителя, pH, концентрации реагентов), в котором можно определять константы ацилирования. Впоследствии было показано, что небольшое отклонение от этих условий делает исследование невозможным: появляется нерастворимость или гидролиз подавляет реакцию ацилирования. Поиск условий был сложнее поиска иголки в стоге сена. Никакие методы планирования эксперимента не могут заменить творческую интуицию талантливого ученого.

Этим методом были впервые определены кинетические параметры реакций ацилирования 15 α -аминокислот и дипептидов хлористым бензоилом в растворителе вода-диоксан разного состава. Было проведено 1500 кинетических опытов, в них получено 150 констант скорости ацилирования. Установлено, что основной формой α -аминокислот, участвующей в ацилировании, является анионная, ее реакционная способность очень высока ($k_- = 10^4$ - 10^5 л/моль·с). Для расчета констант ацилирования анионной формы были использованы термоди-

намические константы равновесия α -аминокислот в водном диоксане. Было показано, что эти равновесия оказывают сильное влияние на скорость ацилирования, являясь своеобразными «чувствительными регуляторами» процесса.

Следующим этапом исследований стало изучение влияния строения реагентов и среды на кинетику ацилирования α -аминокислот замещенными феноловыми эфирами бензойной кислоты в водно-органических растворителях. Лев Викторович предложил использовать оригинальную методику эксперимента, в основе которой лежал применявшийся ранее индикаторный спектрофотометрический метод. Основное отличие состояло в том, что индикатор, по изменению концентрации которого следили за скоростью, выделялся в ходе реакции, являясь одним из ее продуктов. При этом удалось выявить такие условия проведения кинетических опытов, когда скорость протекающей параллельно реакции гидролиза сложного эфира была пренебрежимо мала по сравнению со скоростью ацилирования, и ею можно было пренебречь. Этот подход существенно ускорил исследования.

На основании данных изучения влияния строения реагентов — аминокислот и эфиров, а также состава и природы водно-органических растворителей на кинетику их реакций в смесях воды со спиртами, ацетонитрилом и амидными растворителями были получены корреляционные уравнения, характеризующие совместное влияние этих факторов на константу скорости. Эти уравнения позволяют прогнозировать константы скорости ацилирования не исследованных ранее аминокислот, а также в тех случаях, когда эксперимент по той или иной причине затруднен или невозможен.

Анализ экспериментальных данных по влиянию кислотности на концентрации реакционноспособных форм аминокислот в разных средах показал, что реакционная способность активной формы α -аминокислот и дипептидов и ряда других аминокислот в их *N*-ацилировании зависит, в первую очередь, от природы аминокислоты и состава смешанного растворителя. Вместе с тем pH среды оказывает существенное влияние на наблюдаемую скорость процесса, что проявляется в изменении концентраций реакционноспособной формы аминов. В связи с этим при проведении эксперимента, анализе кинетических данных и идентификации механизмов реакций необходим строгий контроль кислотно-основных взаимодействий аминов с компонентами раствора. Показана роль кислотности среды как исключительно важного фактора реакционной способности олигопептидов и α -аминокислот в ацилировании. Полученные данные позволили предсказать снижение наблюдаемой скорости ацилирования пептидов при увеличении длины пептидной цепи.

На основании данных масштабного кинетического исследования реакций аминокислот со сложными эфирами карбоновых кислот были рассчитаны константы скорости сверхбыстрых реакций образования и разрушения активированного комплекса. Установлено, что скоростьюопределяющей является стадия распада активированного комплекса. Рассчитана истинная энтропия реакции, имеющая положительное значение, что связано с участием молекул растворителя в образовании переходного состояния. На основании данных кинетического эксперимента и результатов расчетов был предложен механизм влияния растворителя на взаимодействие аминокислот со сложными эфирами.

Разработанные под руководством Льва Викторовича методики изучения кинетики реакций α -аминокислот и дипептидов с хлористым бензоилом

и определенные потенциометрические значения термодинамических констант диссоциации в водно-органических растворителях впоследствии применялись в ряде других исследований, в частности, кинетики реакций α -аминокислот и дипептидов с сульфонилхлоридами и реакций алкиламинов с хлористым бензолом.

Также были получены и обобщены данные по реакционной способности изомерных аминокислот при взаимодействии с ацилирующими агентами разных классов: хлорангидами ароматических карбоновых и сульфоновых кислот и со сложными эфирами карбоновых кислот в бинарных водно-органических растворителях. Было установлено, что, в отличие от α -аминокислот, в *N*-ацилировании, кроме анионной, участвует незаряженная форма аминокислот; при этом реакционная способность аминокислот существенно ниже, чем в случае α -аминокислот. Снижение скорости ацилирования обусловлено заменой алифатического радикала на ароматический, что приводит к уменьшению основности аминогруппы аминокислот и изменению их состояния в растворе.

Была исследована реакционная способность ароматических и смешанных аминов при образовании амидов карбоновых и сульфоновых кислот в разных средах, исследована кинетика взаимодействия алкиламинов и аммиака, являющегося родоначальником класса аминов, со сложными эфирами и сульфонилхлоридами в бинарных водно-органических растворителях.

Отдельное исследование посвящалось особенностям кинетики взаимодействия нитрозамещенных фенилбензоатов с дипептидами, представляющими особый интерес для медицинской химии: тирозилпролином и тирозилпролином, восстановленным по карбоксильной группе. Был проведен анализ результатов виртуального скрининга указанных дипептидов и продуктов их бензоилирования на предмет выявления разных видов биологической активности.

При проведении исследований реакций ацилирования аминокислот разных классов для более глубокого понимания закономерностей реакций ацилирования на молекулярном уровне группой Л. В. Курицына использовался комплексный подход, включающий наряду с проведением кинетических исследований квантово-химическое моделирование молекул реагентов, механизмов и переходных состояний реакций. При объяснении кинетики и механизмов реакций в последние десятилетия широко используется метод индексов реакционной способности, предполагающий существование определенной связи между изменениями в электронной структуре реагирующих молекул и скоростью реакции. В настоящее время подход, предполагающий поиск зависимостей между структурой веществ и их свойствами, принято называть *Quantitative Structure – Property Relationship (QSPR)* – «количественная связь структура — свойство». В рамках указанного подхода индексы реакционной способности, количественно характеризующие структуру и свойства веществ, называют *дескрипторами* (от англ. *description* — описание). Дескрипторы разных уровней могут быть найдены как расчетными, так и экспериментальными методами.

В работах, проводимых группой Л. В. Курицына для описания реакционной способности участников ацилирования использовались дескрипторы электронной структуры, в частности, заряды на атомах, энергии высшей занятой и нижней свободной молекулярных орбиталей, получаемые путем квантово-химических расчетов, а также дескрипторы межмолекулярных взаимодействий,

к числу которых относятся установленные экспериментально значения энергии активации, изменения энтальпии и энтропии активации реакций, константы кислотной диссоциации, постоянные заместителей Гаммета. Для большинства исследованных реакционных серий были установлены корреляционные зависимости констант скорости реакций как от дескрипторов межмолекулярных взаимодействий, так и от дескрипторов электронной структуры. Получены уравнения, позволяющие, используя известные параметры, оценить численные значения констант скорости реакций, которые не были получены экспериментально.

Как показано выше, важнейшая задача кинетического исследования — установление механизмов реакций. Наиболее распространенным является метод оценки механизма взаимодействия на основании экспериментальных данных по влиянию растворителя и строения реагентов на константы скорости. Этот метод является косвенным. Он основан на ряде постулатов, а данные кинетических опытов неизбежно включают в себя ошибки эксперимента. Непосредственное установление механизмов реакций на уровне взаимодействия молекул возможно с привлечением квантово-химического моделирования пути реакции и ее переходного состояния методом расчета поверхности потенциальной энергии (ППЭ).

Группой Л. В. Курицына было проведено моделирование механизмов более 100 реакций *N*-ацилирования как в газовой фазе, так и в растворе, в условиях неспецифического и специфического взаимодействия реагентов и переходного состояния реакции с растворителем. Например, была исследована кинетика взаимодействия аренсульфонилхлоридов с аренкарбогидразидами, бензолсульфогидразидом, бензамидом, бензолсульфонамидом и сахарином в органических и водно-органических растворителях. Расчет ППЭ данных реакций в газовой фазе позволил установить, что все изученные реакции протекают по единому механизму бимолекулярного согласованного нуклеофильного замещения.

Л. В. Курицын является автором более 300 научных работ. Под его руководством выполнено и успешно защищено 8 кандидатских и 3 докторские диссертации. На протяжении многих лет Л. В. Курицын — член диссертационных советов при ИГХТУ и Института химии растворов им. Г. А. Крестова РАН. Основные результаты исследований кинетики *N*-ацилирования аминосоединений, выполненных Л. В. Курицыным и его учениками, опубликованы в трех монографиях [Курицын, Кустова, Садовников, Калинина, Клюев, 2006; Кочетова, Кустова, Курицын, 2020; Кочетова, Кустова, Калинина, 2024].

Ученики Льва Викторовича работают в ИвГУ, других вузах, а также в научно-исследовательских институтах и на предприятиях Иванова, Владимира, Коврова. В настоящее время научная школа профессора Л. В. Курицына продолжает активные исследования в области кинетики и механизма реакций ацильного переноса на кафедре фундаментальной и прикладной химии ИвГУ, что находит отражение в публикациях профессоров Т. П. Кустовой, Л. Б. Кочетовой и их аспирантов, в работах доцента Ю. С. Дорофеевой, в выпускных квалификационных работах бакалавров, специалистов и магистров.

Лев Викторович всегда был настоящим ученым, борцом за научную истину. До последних дней своей жизни он сохранял ясный ум и всегда интересовался результатами исследований своих коллег, активно обсуждал «точки роста». Ученики и коллеги учились у него честности и принципиальности в научных исследованиях, ответственному отношению к результатам своей работы. Лев

Викторович обладал прекрасными человеческими качествами: исключительной порядочностью, доброжелательностью, отзывчивостью, чутким и внимательным отношением к людям.

Завершая краткий очерк научной и педагогической деятельности Льва Викторовича, хотелось бы отметить его неоценимый вклад в становление и развитие биолого-химического факультета и его преемника — Института математики, информационных технологий и естественных наук.

Библиографический список / References

Кочетова Л. Б., Кустова Т. П., Курицын Л. В. Амиды и сульфонамиды: кинетические закономерности синтеза и механизмы реакций. М.; Берлин: Директ-Медиа, 2020. 283 с.

(Kochetova L. B., Kustova T. P., Kuritsyn L. V. *Amides and sulfonamides: kinetic patterns of synthesis and reaction mechanisms*, Moscow; Berlin, 2020, 283 p. — In Russ.)

Кочетова Л. Б., Кустова Т. П., Калинина Н. В. Ацилирование амидов, гидразидов, аминокислот и дипептидов. М.: Директ-Медиа, 2024. 163 с.

(Kochetova L. B., Kustova T. P., Kalinina N. V. *Acylation of amides, hydrazides, amino acids and dipeptides*, Moscow, 2024, 163 p. — In Russ.)

Курицын Л. В., Кустова Т. П., Садовников А. И., Калинина Н. В., Клюев М. В. Кинетика реакций ацильного переноса / под ред. Л. В. Курицына. Иваново: Иван. гос. ун-т, 2006. 260 с.

(Kuritsyn L. V. (ed.), Kustova T. P., Sadovnikov A. I., Kalinina N. V., Klyuev M. V. *Kinetics of acyl transfer reactions*, Ivanovo, 2006, 260 p. — In Russ.)

Статья поступила в редакцию 03.02.2025; одобрена после рецензирования 15.03.2025; принята к публикации 01.04.2025.

The article was submitted 03.02.2025; approved after reviewing 15.03.2025; accepted for publication 01.04.2025.

Информация об авторах / Information about the authors

Кустова Татьяна Петровна — доктор химических наук, профессор, директор Института математики, информационных технологий и естественных наук, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, kustovatp@ivanovo.ac.ru

Kustova Tatyana Petrovna — Doctor of Sciences (Chemistry), Professor, Director of the Institute of Mathematics, IT and Natural Sciences, Ivanovo State University, Ivanovo, Russian Federation, kustovatp@ivanovo.ac.ru

Кочетова Людмила Борисовна — доктор химических наук, доцент, профессор кафедры фундаментальной и прикладной химии, Ивановский государственный университет, г. Иваново, Россия, kochetovalb@ivanovo.ac.ru

Kochetova Lyudmila Borisovna — Doctor of Sciences (Chemistry), Associate Professor, Professor of the Department of Fundamental and Applied Chemistry, Ivanovo State University, Ivanovo, Russian Federation, kochetovalb@ivanovo.ac.ru