

УДК 547+577(091)

ВАЛЕНТИН МИХАЙЛОВИЧ СТЕПАНОВ**(к 85-летию со дня рождения)**Т.В. Богатова^{1*}, И.Ю. Филиппова², Д.И. Андреева²*(¹кафедра физической химии; ²кафедра химии природных соединений; *e-mail: bogtv@mail.ru)*

Сделана попытка воссоздания биографии и развития исследовательской деятельности Валентина Михайловича Степанова – видного отечественного ученого в области молекулярной биологии, химии и биохимии белков и ферментов. Впервые проанализированы работы В.М. Степанова и его учеников. Введены в научный оборот новые архивные материалы (из университетских и личных архивов).

Ключевые слова: история химии, научная биография, В.М. Степанов, химия белка, энзимология, ферменты, биохимия.



Валентин Михайлович Степанов

Многие из сегодняшних докторов наук, профессоров, ведущих ученых в области молекулярной биологии, химии и биохимии белков и ферментов считают чл.-корр. РАН Валентина Михайловича Степанова (02.04.1931–01.10.1997) своим учителем. И это не случайно, он не только внес огромный научный вклад в упомянутые области, оставил труды, которые отличают фундаментальность и проработанность до мелочей. Обладая незаурядным преподавательским талантом, он передал опыт исследователя многочисленным ученикам – студентам, аспирантам, ближайшим сотрудникам. И хотя фамилия ученого фигурирует в энциклопедиях и биографических словарях [1, 2], мало изучена его биография, не проведен

анализ научной деятельности. В данной работе мы постараемся восполнить этот пробел.

В.М. Степанов родился в Москве в семье научного работника. Его отец, Михаил Николаевич Степанов, происходил из крестьян, но после революции окончил вуз и работал в Научно-исследовательском институте по удобрениям и инсекто-фунгицидам (НИУИФ). Он занимался изучением фосфорного сырья и вопросами его переработки; в военные годы в составе группы сотрудников под руководством С.И. Вольфовича участвовал в разработке безопасной технологии производства для фронта бутылок с зажигательной смесью на базе серно-фосфатных составов [3]. Мать, Надежда Викторовна Вернекин, происходила из мещан Кожевнической слободы; она занималась домашним хозяйством и воспитанием сына, прожила долгую жизнь (скончалась в 1995 г., пережив мужа на 31 год).

В 1938 г. Валентин Степанов начал обучение в московской школе № 345. В 1941–1942 гг. семья была эвакуирована в Горьковскую область, а когда вернулась в Москву, то мальчику пришлось пойти уже в другую школу – № 273, которую он закончил в 1948 г. с золотой медалью [4, л. 3]. В выпускной характеристике, подписанной директором школы, была такая оценка его деятельности: «Трудно сказать, каким предметом он больше интересуется: он делал блестящие доклады по литературе на ученических конференциях старших классов, состоял членом школьного химического общества, и доклады его по химии отличались большой глубиной и продуманностью, делал доклады по физике, получил премию за участие в этом году в математической олимпиаде при университете» [4, л. 4]. Однако юноша выбрал химию и в том же году поступил на химический факультет МГУ [4,

л. 7]. Во время его обучения на химфаке преподавали такие ученые, как В.И. Спицын (неорганическая химия), О.А. Реутов (органическая химия), В.М. Татевский (строение вещества), С.И. Вольфович (химическая технология), П.А. Ребиндер (коллоидная химия), Я.И. Герасимов (физическая химия).

В зачетке студента Степанова их автографы, а также подписи В.М. Пешковой, Ю.А. Арбузова, В.А. Сазоновой, Г.Д. Вовченко, К.Д. Щербаковой (впоследствии также выдающихся ученых университета) визируют исключительно отличные оценки [4, зачетная книжка, без пагинации]. Учебные успехи В.М. Степанова были отмечены именными стипендиями: на третьем курсе он получал стипендию им. А.А. Жданова, а на четвертом и пятом был Сталинским стипендиатом [4, л. 10, 12, 17]. Еще в школе, вступив в комсомол (1945), юноша начал участвовать в общественной жизни; в университете он также активно вел общественную работу: на 1 курсе был председателем курсового профбюро и работал в факультетской газете «Химик», на 2 и 4 курсах его избирали членом факультетского бюро ВЛКСМ, а на 3 и 5 – комсомольским секретарем курса [5, л. 7].

В.М. Степанов специализировался на кафедре органической химии. В качестве спецкурса он слушал лекции по химии белка и на отлично сдал экзамен проф. Н.И. Гаврилову [4, зачетная книжка, без пагинации]. Однако дипломную работу он делал под руководством доцента А.Б. Силаева в организованной последним в 1950 г. лаборатории антибиотиков. Валентин заинтересовался грамицидином С, который в тот период изучался в лаборатории, и его дипломная работа («Изучение некоторых N-замещенных грамицидина С») посвящена проблемам строения этого антибиотика. С помощью тщательно продуманного эксперимента он показал, что существовавшее ранее мнение о присутствии в грамицидине С свободной карбоксильной группы неверно и основано на недостаточно точных опытах. Рецензировал дипломную работу А.Н. Кост – тонкий экспериментатор и специалист в области азотсодержащих органических веществ. Он высоко оценил практические навыки дипломника: «В.М. Степанов поставил прецизионные исследования в этой области, уделив особое внимание критическому рассмотрению как предыдущих работ, так и собственного эксперимента, ... <провел> экспериментально чистое и остроумно решенное исследование. ... Работа В.М. Степанова с ее интересным критическим обзором и четкими и очень интересными научными результатами вполне

закончена и говорит о том, что ее автор является зрелым химиком-исследователем, умеющим научно мыслить, умеющим владеть современными методами химического и физического исследования» [4, л. 20–20 об.].

В.М. Степанов с отличием закончил университет и был рекомендован в аспирантуру. Вступительный экзамен по органической химии в сентябре 1953 г. у него принимали профессора Ю.К. Юрьев, А.П. Терентьев и О.А. Реутов. Интересен набор вопросов, заданных на экзамене: 1) альдегидная группа в органических соединениях; 2) принципы построения справочника Бейльштейна; 3) аурины; 4) теория строения А.М. Бутлерова [5, л. 11 об.]. Все три вступительных экзамена (кроме органической химии надо было сдать английский язык и основы марксизма-ленинизма) были сданы юношей на отлично, и с 15 октября 1953 г. он был зачислен в аспирантуру. Именно в это время, когда определились интересы молодого ученого, лаборатория антибиотиков, существовавшая на кафедре органической химии была преобразована в межфакультетскую и межкафедральную лабораторию антибиотиков МГУ, созданную на базе химического и биологического факультетов, ее возглавил доцент А.Б. Силаев. Здесь предполагалось развернуть исследования по изысканию и изучению новых антибиотиков, в том числе антибиотиков-полипептидов, и В.М. Степанов стал одним из первых аспирантов Алексея Борисовича Силаева по данной тематике, продолжив начатое им исследование грамицидина С.

В Индивидуальном учебном плане аспиранта Степанова в качестве специализации была утверждена химия белка, а тема диссертации определена как «Исследование в области грамицидина С». Как отмечено в объяснительной записке, целью работы «является получение производных грамицидина С, в которых отдельные аминокислоты, входящие в состав антибиотика, были бы химически видоизменены или заменены другими, без резкого изменения структуры молекулы антибиотика в целом. Такие производные важны для выяснения роли отдельных аминокислот в химических и биологических свойствах грамицидина С» [5, л. 15, 19]. Все экзамены кандидатского минимума были сданы В.М. Степановым в срок и на отлично. В то время надо было сдавать не три, а четыре кандидатских экзамена. Помимо экзамена по органической химии (как основной специальности) сдавался экзамен и по более узкой специализации – химии белка [5, л. 30].

После окончания аспирантуры (1956) В.М. Степанов был оставлен в лаборатории химии белка в



На 50-летнем юбилее В.М. Степанова, 1981 г. Стоят (слева направо): лаб. Л. Старикова, И.А. Сурова – сотрудницы ВНИИгенетики, В.П. Боровикова, Е.Н. Лысогорская, Г.И. Лавренова. Сидят: дипломник В. Свириев, Г.Н. Руденская, В.М. Степанов, Г.Н. Баландина, аспиранты Н.И. Тарасова, А.В. Гайда, С.В. Калугер

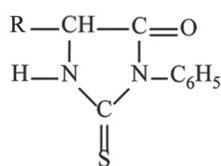
качестве младшего научного сотрудника; здесь он в 1958 г. защитил кандидатскую диссертацию по химии грамицидина С. В 1959–1969 гг. он работал в должности старшего научного сотрудника Института химии природных соединений АН СССР. В 1969 г. после защиты докторской диссертации, посвященной изучению структуры и функции пепсина, В.М. Степанов стал заведующим лаборатории химии белка только что организованного (1968) Всесоюзного научно-исследовательского института генетики и селекции промышленных микроорганизмов Минмедпрома (ВНИИгенетика; В.М. Степанов был одним из организаторов этого института), а в 1985 г. – заместителем директора. Почти одновременно с переходом во ВНИИгенетика Валентин Михайлович вернулся в МГУ – с 1970 г. он руководил группой сотрудников на кафедре химии природных соединений. В 1972 г. ему было присвоено звание профессора, он читал лекционные курсы по химии белка на химическом (1975–1997) и биологическом (1994–1997) факультетах (с 1987 г. он по совместительству был также профессором кафедры молекулярной биологии на биофаке МГУ). В.М. Степанов является автором около 400 научных публикаций, его биотехнологические разработки защищены 30 патентами и авторскими свидетельствами. В.М. Степанов был одним из редакторов FEBS Letters и Journal of Protein Chemistry. В 1997 г.

незадолго до своей смерти В.М. Степанов был избран членом-корреспондентом РАН.

Валентин Михайлович Степанов был дважды женат. Первой супругой была его однокурсница Тамара Ивановна Орлова. Во второй раз он женился в конце 1960-х годов на Михайловой Иглицке Юлиевой, в этом браке родилось два сына – Андрей (химик, сотрудник ИОХ РАН) и Михаил (сотрудник Института системного программирования РАН) [6].

Первые научные работы Валентина Михайловича велись по химии антибиотиков-полипептидов под руководством А.Б. Силаева. В.М. Степанов занимался исследованием структуры и свойств грамицидина С [7, 8], а в дальнейшем и полимиксина М [9]. После защиты в 1958 г. кандидатской диссертации по химии грамицидина С [10] его научные интересы стали смещаться в сторону разработки аналитических методов выяснения первичной структуры пептидов и белков, сначала антибиотиков, а потом и ферментов. В работах В.М. Степанова 1960-х годов были усовершенствованы методы определения числа концевых amino- и карбоксильных групп белков. Так, в работе [11] была предложена новая методика определения числа свободных аминогрупп в антибиотиках-полипептидах методом частичного замещения, а на примере глутатиона было показано [12], что частичная этерификация в сочетании с электрофоретическим разделением продуктов

реакции может служить удобным методом определения числа карбоксильных групп. Серьезный цикл работ по совершенствованию методических подходов для расшифровки первичной структуры белков был посвящен синтезу метилтиогидантоинов (МТГ) аминокислот, а также изучению способов их разделения и количественного определения. Эти исследования проводились Степановым с сотр. в 1960–70-х годы. В это время наиболее перспективным способом установления последовательности аминокислот в полипептидах являлся предложенный П. Эдманом метод ступенчатого отщепления аминокислот от аминного конца цепи в виде соответствующих фенилтиогидантоинов (ФТГ).



R – аминокислотный остаток.

Однако идентификация этих соединений методом масс-спектрологии осложнялась тем, что ФТГ-производные некоторых аминокислот с небольшими боковыми радикалами (R) не давали молекулярного пика. Степанов с коллегами предложил заменить объемистую гидрофобную фенильную группировку на метильную. Изучение свойств синтезированных ими МТГ-аминокислот подтвердило правильность подхода: новые соединения легче разделялись и проще идентифицировались. Изучение поведения различных МТГ-аминокислот в условиях масс-спектрометрического анализа позволило установить общие закономерности фрагментации молекулярных ионов и решить основную аналитическую задачу – определить строение аминокислоты, из которой получен данный метилтиогидантоин [13]. Метод масс-спектрологии был признан В.М. Степановым как наиболее надежный способ идентификации МТГ- и ФТГ-аминокислот, который целесообразно сочетать с тонкослойной хроматографией и другими методами разделения. По существу, работы по МТГ-производным [14] предвосхитили использование масс-спектрологии как наиболее востребованного и эффективного метода установления первичной структуры в наши дни.

В.М. Степанов, будучи в курсе современных тенденций, развивал и совершенствовал такие методы исследования белков, как диск-электрофорез и изоэлектрофокусирование, позволяющие выделять гомогенные белки в количестве, достаточном для их первичной химической характеристики

[14]. В 1973 г. была разработана методика экстракции из гелей окрашенных белков и их крупных пептидных фрагментов, которая позволяла получить несколько миллиграммов гомогенных препаратов белковой природы, отделенных от акриламида, красителей, составных частей буфера и детергентов [15]. Помимо указанных методов, Валентин Михайлович большое внимание уделял рассмотрению теоретических и практических аспектов изотахофоретического метода разделения биополимеров (как в препаративном, так и в аналитическом вариантах) [16].

Однако «любимым» методом В.М. Степанова была хроматография. Еще в начале своего научного пути Валентин Михайлович интересовался хроматографией как перспективным методом разделения белков и пептидов. Одно из первых его исследований на эту тему было посвящено разработке подходов по разделению триптических гидролизатов белков на сефадексах по молекулярной массе, которое Валентин Михайлович проводил в Институте Макса Планка (Тюбинген), куда был приглашен на стажировку [17]. Эта работа носила новаторский характер, поскольку в то время (1950–1960-е годы) основным методом разделения триптических гидролизатов являлась ионообменная хроматография. Вероятно, эти исследования, проведенные за достаточно короткий период пребывания в Германии, послужили началом его неослабевающего интереса к методу хроматографии как одному из самых эффективных способов разделения веществ белковой природы. В дальнейшем (середина 1970-х годов) В.М. Степанов с сотр. разработали эффективные способы получения различных протеиназ в высокоочищенном состоянии с использованием хроматографических методов [18–20].

Одним из самых успешно развиваемых направлений в исследованиях В.М. Степанова была аффинная (биоспецифическая) хроматография, основанная, как известно, на избирательном связывании фермента его субстратом, аналогом субстрата или ингибитором, фиксированным на инертном носителе. Первым соратником и правой рукой Степанова в разработке аффинной хроматографии протеиназ стала Г.И. Лавренова, доцент кафедры ХПС. Разработанные ею методики всегда отличались высокой воспроизводимостью и были доведены до совершенства. Впоследствии В.М. Степанов, Г.И. Лавренова и Г.Н. Руденская разработали способ очистки протеолитических ферментов, заключающийся в биоспецифической сорбции растворенных ферментов на нерастворимом носителе – производном агарозы, сефаро-

зе 4В, активированной бромцианом. Отличительным признаком сорбента являлось использование в качестве лиганда антибиотиков бацитрацина и грамицидина, ковалентно связанных с матрицей. Авторам удалось упростить процесс и повысить выход ферментов высокой степени чистоты и активности [21, 22]. В данных работах пригодился знания Валентина Михайловича по антибиотикам, которыми он занимался в молодости.

Помимо антибиотиков перспективным оказалось применение и других веществ в качестве лигандов. В 1970–1980-е годы группой Степанова была изучена хроматография пепсина на сорбентах, содержащих пептиды различной природы и длины [23–25]. Эффективным оказалось использование в качестве лиганда фенолборной кислоты. Сорбент на ее основе был с успехом применен для очистки субтилизина, химотрипсина и трипсина [26].

В.М. Степанов всегда уделял большое внимание разработке удобных в экспериментальном отношении методов тестирования ферментативной активности, прежде всего, с помощью высокоселективных хромогенных и флуорогенных субстратов. В работе [27] был усовершенствован колориметрический метод определения активности химотрипсина и трипсина с помощью β -нафтиловых эфиров бензоил-D,L-фенилаланина и D,L-аргинина. Принцип метода основан на ферментативном отщеплении β -нафтола, который подвергали сочетанию с диазосоединением и образовавшийся азокраситель определяли колориметрически после экстракции органическим соединением. В.М. Степанов со своими коллегами разработал новый вариант метода, в котором β -нафтол подвергался сочетанию с диазотированным р-анизидином, что существенно упрощало процедуру и улучшало чувствительность анализа. В последующих работах были предложены субстраты нового типа – 2,4-динитрофенилпроизводные (DNP) пептидов, при расщеплении которых образовывались продукты, резко отличающиеся по физико-химическим свойствам от исходного субстрата. Был осуществлен синтез DNP-Gly-Gly-L-Arg и показано, что он может служить субстратом для колориметрического определения активности карбоксипептидаз В, N и кислой карбоксипептидазы *Asp. oryzae*. Образующийся при гидролизе субстрата DNP-Gly-Gly отделяли экстракцией органическим растворителем от избытка субстрата и второго продукта реакции – аргинина, после чего определяли его содер-

жание спектрофотометрически. Было показано, что данный метод может быть использован для определения карбоксипептидаз не только в индивидуальном состоянии, но и в составе природных биологических объектов, в частности в сыворотке крови [28]. В 1977 г. были выполнены работы по получению серии пептидных субстратов субтилизина и их аналогов с помощью конденсации соответствующих карбобензоксидипептидов с *n*-нитроанилидами лейцина и фенилаланина методом смешанных ангидридов и карбодиимидным методом с добавлением N-оксисукцинимидом. Данные субстраты были использованы для спектрометрического определения активности субтилизинов, а также для отбора продуцентов мутантных форм субтилизина [29].

Работы под руководством В.М. Степанова по синтезу новых субстратов различных протеиназ продолжались и в дальнейшем, причем эти исследования носили новаторский характер, обусловленный разработкой ферментативных методов получения пептидных производных [30].

Не менее оригинальными являются работы В.М. Степанова по синтезу ингибиторов протеиназ, содержащих маркерные группировки. Еще в 1960-е годы были получены окрашенные ингибиторы пепсина, позволившие существенно облегчить исследования первичной структуры пепсина и прояснить функциональную роль каталитически важного остатка аспарагиновой кислоты [31, 32]. В дальнейшем интерес к окрашенным реагентам в синтезе пептидов только усилился. В 1975 г. вышла статья, посвященная синтезу водорастворимого карбодиимида, включающего фенилазофенил-хромофорную группу, присутствие которой делало возможным контроль за ходом его реакции с белком [33].

Разрабатываемые методы и подходы были успешно использованы В.М. Степановым в исследованиях протеолитического фермента пепсина, изучение которого имело в нашей стране давние традиции, восходящие к классическим трудам школы И.П. Павлова. Сам В.М. Степанов вспоминал, что своим интересом к пепсину он обязан В.Н. Ореховичу¹, который предложил ему эту тематику.

Под руководством В.М. Степанова были проведены комплексные исследования по химии пепсина, установлению его первичной структуры и выявлению аминокислотных остатков, играющих

¹ Орехович Василий Николаевич (1905–1997) – выдающийся советский ученый-биохимик, академик АМН СССР. В 1999 г. имя В.Н. Ореховича было присвоено Институту химической биологии и фундаментальной медицины АМН (в настоящее время – Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича РАН).

ключевую роль в проявлении ферментом каталитической активности. В ходе этих работ были определены N- и C-концевые последовательности аминокислот в свином пепсине [34, 35], найдены условия специфического гидролиза восстановленного карбоксиметилированного пепсина трипсином и изучена структура образующихся при этом пептидов [36]. В качестве основного способа для получения крупных пептидных фрагментов было предложено специфическое химическое расщепление бромцианом [37]. В результате этих исследований была установлена последовательность 104 аминокислотных остатков в пептидных фрагментах пепсина [38]. Впервые прямым методом был идентифицирован β -карбоксил аспарагиновой кислоты как функционально активная группа пепсина, определяющая его активность [39]. Параллельно велось и изучение предшественника пепсина – пепсиногена. Было показано, что под действием комплекса протеиназ *Asp. oryzae* при pH 5 свиной пепсиноген превращается в неопепсин – фермент, близкий по ряду свойств пепсину, но отличающийся от него N-концевой аминокислотой. Глубокое изучение структуры и функциональных свойств пепсина легло в основу докторской диссертации Валентина Михайловича, которую он блестяще защитил в 1968 г. [40]. Эти исследования стимулировали проведение дальнейших работ по изучению первичной структуры белков и ферментов [14]. Работы В.М. Степанова с сотрудниками в области определения первичной структуры белков, исследований взаимосвязи структуры и функции протеолитических ферментов стали классическими.

На протяжении всей научной деятельности В.М. Степанова прослеживался его интерес к работам по эволюции структуры и функций белков. Он отмечал: «Исследование какого-либо белка сейчас не может считаться полным, если не выявлены хотя бы ближайшие эволюционно родственные белки, не проведено его отнесение к тому или иному семейству белков» [41]. На примере протеолитических ферментов В.М. Степанов проиллюстрировал семейства эволюционно родственных белков, показал разницу между семействами и классами. Он глубоко осветил многие пробле-

мы, связанные с эволюцией структуры и функциями протеолитических ферментов: распространенностью и специфическими особенностями эндопротеиназ и экзопротеиназ различных классов, понятием конвергентной эволюции, микро- и макроэволюционными изменениями структуры белков [41]. В.М. Степанову принадлежит формулировка важных принципов гомологии доменов различных уровней организации белков. По его мнению, точечные мутации, делеции и вставки, способные укорачивать или удлинять пептидную цепь, являются необходимыми «пусковыми» элементами основного механизма микроэволюции, обеспечивающего образование обширных семейств родственных белков.

Профессор В.М. Степанов был прекрасным педагогом, с 1975 г. и до своей кончины в 1997 г. он вел курс химии белка на кафедре химии природных соединений на химфаке и на кафедре молекулярной биологии биофака МГУ. Этот курс лег в основу учебника «Структура и функции белков» [42] – одного из лучших на сегодняшний день учебников по химии белка. Обладая ярким педагогическим талантом, В.М. Степанов не просто передавал свои энциклопедические знания ученикам, но и учил их мыслить, воспитав более 60 кандидатов и 4 докторов наук.

Как часто бывает, лучшую и наиболее емкую характеристику Степанова как человека и ученого дали его коллеги и друзья уже после его безвременной кончины.

«Он был человеком сильного ума, огромной эрудиции, необыкновенного таланта, абсолютной честности и доброты. Он был до щепетильности порядочен и неуживчиво принципиален. Валентин Михайлович, отдавая себя без остатка науке, был истинным профессионалом и высоко ценил профессионализм в других. Он требовал от друзей и коллег той же бескомпромиссности, ответственности и принципиальности, что и от самого себя. По всем эти причинам с ним было нелегко работать, но вместе с тем работать и общаться с ним было великим счастьем. Он был истинным аристократом духа, настоящим интеллигентом в самом высоком смысле этого слова. И таким останется навсегда в нашей памяти».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанов Валентин Михайлович // Профессора Московского университета. 1755–2004. Биографический словарь. Т. 2. М., 2005. С. 446.
2. Степанов Валентин Михайлович // Профессора и доктора наук МГУ имени М.В. Ломоносова. Биографический словарь. М., 1998. С. 528.
3. Вольфкович С.И. Из воспоминаний о работе химиков в годы Великой Отечественной войны // ЖВХО. 1975. Т. 20. № 4. С. 431.
4. Архив МГУ, ф. 4, оп. 5л, т. 2, д. 4621а.
5. Архив МГУ. Ф. 4, оп. 7л, д. 724.
6. Архив РАН. Ф. 411. Оп. 4а. Д. 655. Л. 6.
7. Степанов В.М., Силаев А.Б. // ЖОХ. 1961. Т. 31. С. 3804.

8. Степанов В.М., Силаев А.Б. // ЖОХ. 1961. Т. 31. С. 3811.
9. Хохлов А.С., Силаев А.Б., Степанов В.М. // Антибиотики. 1960. Т. 1. С. 3.
10. Степанов В.М. Синтез и свойства грамицидина С. Дис. ... канд. хим. наук. М., 1958. 194 л.
11. Катруха Г.С., Степанов В.М., Силаев А.Б. // Антибиотики. 1961. Т. 6. С. 681.
12. Степанов В.М., Муратова Г.Л. // Изв. АН СССР. Отделение хим. наук. 1961. № 9. С. 1677.
13. Пучков В.А., Степанов В.М., Вульфсон Н.С., Зякун А.М., Кривцов В.Ф. // ДАН СССР. Сер. химия. 1964. Т. 157. С. 1160.
14. Список научных трудов Степанова В.М. // Архив РАН. Ф. 411. Оп. 4а. Д. 655. Л. 9–51.
15. Стронгин А.Я., Левин Е.Д., Степанов В.М. // ХПС. 1975. № 2. С. 219.
16. Степанов В.М. // Биоорган. химия. 1976. 2. С. 869.
17. Stepanov V., Handschuh D., Anderer F.A. // Z. Naturforsch. 1961. Vol. 16B. P. 626.
18. Степанов В.М., Лавренова Г.И., Славинская М.М. // Биохимия. 1974. Т. 39. С. 384.
19. Stepanov V.M., Lavrenova G.I., Vorovikova V.P., Balandina G.N. // J. Chromat. 1975. Vol. 104. P. 373.
20. Степанов В.М., Матяш Л.Ф., Воюшина Т.Л., Беляев С.В. // Прикл. биохим. микробиол. 1975. Т. 11. С. 604.
21. Степанов В.М., Лобарева Л.С., Руденская Г.Н., Боровикова В.П., Ковалева Г.Г., Лавренова Г.И., Акпаров В.Х. // Биоорган. химия. 1977. Т. 3. С. 831.
22. Степанов В.М., Руденская Г.Н., Акпаров В.Х., Гайда А.В. // Способ очистки протеолитических ферментов. Авт. свид. СССР № 942427, приор. 25.07.78. БИ. 1984. № 1.05.
23. Черная М.М., Адли К., Лавренова Г.И., Степанов В.М. // Биохимия. 1976. Т. 41. С. 732.
24. Степанов В.М., Лавренова Г.И., Адли К., Гончар М.В., Баландина Г.Н., Славинская М.М. // Биохимия. 1976. Т. 41. С. 294.
25. Степанов В.М., Ваганова Т.И., Ластовецкая Л.В., Стронгин А.Я., Люблинская Л.А. // Биохимия. 1976. Т. 41. С. 2229.
26. Акпаров В., Stepanov V. // J. Chromat. 1978. Vol. 155. P. 329.
27. Матвеева Р.А., Ланук Я.И., Степанов В.М. // Изв. АН СССР. Сер. хим. 1964. № 3. С. 501.
28. Люблинская Л.А., Ваганова Т.И., Пасхина Т.С., Степанов В.М. // Биохимия. 1973. Т. 38. С. 790.
29. Люблинская Л.А., Якушева Л.Д., Степанов В.М. // Биоорган. химия. 1977. Т. 3. С. 273.
30. Stepanov V.M. // Pure and Appl. Chem. 1996. Vol. 68. P. 1335.
31. Степанов В.М., Лобарева Л.С., Мальцев Н.И. // Изв. АН СССР. Сер. хим. 1967. № 7. С. 1630.
32. Stepanov V.M., Vaganova T.I. // BBRC. 1968. Vol. 31. P. 825.
33. Баландина Г.Н., Лысогорская Е.Н., Морозова Е.А., Степанов В.М. // ХПС. 1975. № 2. С. 198.
34. Степанов В.М., Ваганова Т.И., Кузнецов Ю.С. // Биохимия. 1964. Т. 29. С. 529.
35. Ваганова Т.И., Левин Е.Д., Степанов В.М. // Биохимия. 1964. Т. 29. С. 1070.
36. Степанов В.М., Матвеева Р.А., Кривцов В.Ф. // Изв. АН СССР. Сер. хим. 1967. С. 1628.
37. Степанов В.М., Катруха Г.С., Остославская В.И. // ХПС. 1966. № 2. С. 138.
38. Stepanov V.M., Ostoslavskaya V.I. // Atlas of Protein Sequence and Structure. 1969. Vol. 4. D124.
39. Stepanov V.M., Vaganova T.I. // BBRC. 1968. Vol. 31. P. 825.
40. Степанов В.М. Исследование структуры и функциональных свойств пепсина. Дис. ... докт. хим. наук. М., 1968.
41. Степанов В.М. // Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева. 1980. Т. 25. С. 323.
42. Степанов В.М. Молекулярная биология. Структура и функции белков. Учебник для вузов. М., 1996.

Поступила в редакцию 12.09.16

VALENTIN MICHAILOVICH STEPANOV

(Dedicated to the 85th Anniversary of His Birthday)

T.V. Bogatova¹, I.Yu. Filippova², D.I. Andreeva²

¹Division of Physical Chemistry; ²Division of Natural Compounds Chemistry; e-mail: bogtv@mail.ru

V.M. Stepanov has played the extraordinary role in development of protein chemistry, enzymology and some problems of microbiology. There are biography and scientific researches of V.M. Stepanov and his students and postgraduates are originally analyzed in this article. New archive materials has used.

Key words: history of chemistry, scientific biography, V.M. Stepanov, protein chemistry, enzymology, microbiology.

Сведения об авторах: Богатова Татьяна Витальевна – доцент кафедры физической химии, канд. хим. наук (bogtv@mail.ru); Филиппова Ирина Юрьевна – вед. науч. сотр. кафедры химии природных соединений, докт. хим. наук (irfilipp@genebee.msu.su); Андреева Дарья Игоревна – выпускница кафедры химии природных соединений химического факультета (andreeva13111991@mail.ru).