

ИЗ КОГОРТЫ ВЫДАЮЩИХСЯ УЧЕНЫХ ТИМИРЯЗЕВКИ.
К 120-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
ВСЕВОЛОДА МАВРИКИЕВИЧА КЛЕЧКОВСКОГО

С.П. ТОРШИН, Г.А. СМОЛИНА

(ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева)

В статье показан значительный вклад Всеволода Маврикиевича Клечковского в развитие отечественной агрохимии и радиоэкологии. В.М. Клечковский в течение всей своей трудовой жизни работал на кафедре агрохимии Тимирязевской академии ассистентом, доцентом, профессором, заведующим кафедрой. Его творческая деятельность была связана с двумя направлениями исследований: с агрохимией и дисциплиной, которую он основал, – радиоэкологией. С 1946 г. он стал руководителем Биофизической лаборатории (БФЛ) при кафедре агрохимии и внес значительный вклад в становление радиоэкологии как самостоятельной научной дисциплины. Именно биофизическая лаборатория явилась фундаментом для создания Всесоюзного НИИ сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии.

Ключевые слова: агрохимия, почва, растения, Биофизическая лаборатория (БФЛ), радионуклиды, метод радиоизотопных индикаторов, радиоэкология.

Всеволод Маврикиевич Клечковский, выдающийся советский ученый-агрохимик, основатель отечественной радиоэкологии, родился 28 ноября 1900 г. (по новому стилю) в Москве в семье преподавателя музыки. Среднюю школу он окончил в 1918 г. и затем в течение нескольких лет работал в Орловской губернии в одной из деревень.

В 1923 г. Всеволод Клечковский поступил в Тимирязевскую сельскохозяйственную академию и активно включился в бурную студенческую жизнь тех лет. Следует отметить, что это были годы реорганизации Тимирязевки, перестройки учебного процесса и развития науки. В академии работали выдающиеся академики и профессора Д.Н. Прянишников, В.Р. Вильямс, Н.Я. Демьянов, Я.В. Самойлов, А.Н. Костяков и многие другие, под влиянием которых формировалось мировоззрение В.М. Клечковского. Так совпало, что к сроку окончания им академии в 1928 г. по инициативе Д.Н. Прянишникова на базе кафедры частного земледелия (растениеводства) была открыта кафедра агрохимии.

За выдающиеся успехи в науке в студенческие годы, исследования, выполненные под руководством Д.Н. Прянишникова, выпускник академии В.М. Клечковский был приглашен своим учителем на новую кафедру преподавателем, причем, помимо агрохимии, он рано стал интересоваться явлением радиоактивности, вопросах строения атома и радиоактивных изотопов.

Вся жизнь Всеволода Маврикиевича Клечковского была связана с кафедрой агрономической и биологической химии Тимирязевской сельскохозяйственной

академией. Здесь в полной мере проявились его энергия и талант, здесь он работал ассистентом, доцентом и профессором, в течение 14 лет (с 1956 г.) возглавлял кафедру, успешно продолжая научные и педагогические традиции своего учителя – профессора Тимирязевки академика Д.Н. Прянишникова.

Знакомство В.М. Клечковского с агрохимией произошло на Пермской сельскохозяйственной опытной станции, где во время первой производственной практики он проводил исследования с удобрениями.

В 1924–1927 гг. Всеволод Клечковский совмещал учебу в ТСХА с работой в Наркомхозе РСФСР, где был статистиком-вычислителем по метеорологии в опытном отделе, которым руководил известный ученый-аграрник – профессор С.К. Чайнов.

Другую производственную практику (1927 г.) Всеволод Маврикиевич проходил в Никитском ботаническом саду, где изучал жирные масла дикорастущих крымских растений. Эти исследования продолжились впоследствии под руководством одного из крупнейших химиков-органиков – профессора ТСХА Н.Я. Демьянова.

Свою творческую и педагогическую деятельность В.М. Клечковский направил на два более менее близких направления исследований: агрономическую химию и радиационную экологию. Коротко (что хронологически оправдано) охарактеризуем успехи ученого сначала на агрохимическом поприще.

В начале своей работы на кафедре агрохимии В.М. Клечковский уделял много внимания изучению количественных закономерностей действия удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур. Его статья «О способах вычисления констант в формуле Митчерлиха по результатам опытов с дозированием одного фактора» [5] свидетельствует о необходимости разработки математических подходов к выражению закона действия факторов роста, дальнейшего экспериментального изучения явлений смещения коэффициентов действия удобрений. В ряде последующих работ [10] была установлена зависимость между дозированием одного из элементов питания и развитием растений. В.М. Клечковским показано, что на форму кривой урожая оказывают большое влияние факторы фона. Указывалась более тесная взаимосвязь между действием нескольких переменных факторов – например, дозровок разных элементов питания.

Выполненные В.М. Клечковским исследования изменчивости коэффициентов действия удобрений имели большое значение в решении вопросов оптимизации применения удобрений.

Другая область интересов В.М. Клечковского посвящена изучению сложных взаимоотношений между почвой, растением и удобрением, то есть дальнейшему исследованию знаменитого треугольника Прянишникова. Если многочисленными исследователями традиционно рассматривались процессы обменного поглощения катионов минералами мелкодисперсной фракции почвы, то в работах Всеволода Маврикиевича Клечковского основное внимание было уделено взаимодействию вторичных минералов с анионами, в частности, с анионами фосфорной кислоты [10]. В вегетационных опытах с томатами и просом он показал, что каолинит обладает способностью к поглощению фосфат-ионов, причем размеры сорбции зависят от степени дисперсности каолинита, концентрации и рН раствора, времени взаимодействия, а понижение усвояемости фосфорной кислоты связано с поглощением ее каолинитом.

Основа агрохимической науки: вопросы питания растений и применения удобрений под различные сельскохозяйственные культуры – всегда находились под пристальным вниманием В.М. Клечковского. Его исследования в этом направлении были включены в раздел «Система применения удобрений в специализированных севооборотах» классического труда Д.Н. Прянишникова «Агрохимия». Следует отметить,

что разработка этой темы еще не утратила своего научного и производственного значения и интенсивно разрабатывается профессорами, преподавателями и сотрудниками кафедры агрономической, биологической химии и радиологии Тимирязевки в настоящее время.

Повышение темпов производства и применения минеральных удобрений в сельском хозяйстве нашей страны являлось постоянной заботой В.М. Ключковского. Он считал, что химизация – это могучий рычаг технического прогресса в сельском хозяйстве, и этот процесс не может успешно развиваться без одновременного, и не только одновременного, но и опережающего развития своей научной основы – агрохимии [4].

Разработка и научное обоснование мероприятий по химизации земледелия – главный вклад агрохимии в производство, в связь науки и практики.

Безусловная заслуга Всеволода Маврикиевича перед отечественной сельскохозяйственной наукой заключается во внедрении в агрохимические исследования прогрессивного метода – метода меченых атомов в модификации радиоизотопных индикаторов.

В 1957 г. В.М. Ключковский писал: «Мы сможем успешно двигаться вперед, если сумеем взять от новой атомной техники в агрономию все то, что она способна дать для более глубокого понимания существа изучаемых этой наукой явлений и процессов, для придания большей точности и объективности наблюдениям и экспериментам» [3].

Особенно большое внимание ученый обращал на изучение фосфатного питания растений. Проблема низких коэффициентов использования растениями фосфорных удобрений всегда привлекала внимание агрохимиков, и радиоизотопная методика с использованием изотопа ^{32}P позволила расширить представление о поглощении фосфора почвой и удобрениями растениями [7]. В.М. Ключковским были применены разносторонние исследования в этом вопросе, то есть системный подход. В вегетационных и полевых опытах изучались вопросы влияния размеров гранул удобрения и частоты их расположения в рядке, известкования и совместного внесения фосфорных и органических удобрений на поступление фосфора в растения, усвоения фосфора удобрениями в зависимости от глубины заделки и при сочетании разных способов внесения удобрений. Изучались вопросы распределения фосфора в органах растения, особенности обмена фосфорных соединений и др.

Полученные данные позволили, в частности, установить, что для рядкового, вносимого при посеве фосфорного удобрения, цель которого заключается в повышении уровня питания в самом начале вегетации, следует предпочесть мелкогранулированную его форму, тогда как для основного, вносимого до посева, – укрупненные гранулы.

Впоследствии на кафедре успешно использовали другую модификацию метода меченых атомов – применение стабильного изотопа, в частности, ^{15}N , для изучения поведения азота в системе «Почва-растение-удобрение-атмосфера».

Не менее значимыми как в теоретическом, так и в практическом плане являются исследования В.М. Ключковского, посвященные поведению продуктов деления тяжелых ядер в агроэкосистемах, исследования, которые в конечном счете привели его к созданию нового направления в радиологии – радиоэкологии. Крупный шведский радиоэколог-агрохимик Л. Фредрикссон назвал Всеволода Маврикиевича Ключковского первым экологом ядерного века [1].

Появлению науки радиоэкологии предшествовали знаковые события. К концу первой половины XX в. США уже имели и апробировали ядерное оружие, под руководством И.В. Курчатова была осуществлена управляемая цепная реакция деления

ядер урана (пуск физического реактора Ф-1). В эти годы – годы зарождения «холодной» войны в условиях противостояния двух политических систем (капиталистической и социалистической) – весьма вероятно было применение ядерного оружия, и остро возникла необходимость изучения поведения продуктов деления тяжелых ядер в экосистемах, прежде всего – сельскохозяйственных. В связи с этим в конце 1946 г. при кафедре агрохимии ТСХА было основано первое в СССР специализированное подразделение – Биофизическая лаборатория (БФЛ), руководителем которой был назначен В.М. Ключковский [9]. Целью этой лаборатории стала закладка основ радиоэкологии.

Исследования поведения радиоактивных продуктов деления в системе «Почва-растение-животные», выполненные сотрудниками БФЛ под руководством В.М. Ключковского, обобщены в издании «О поведении радиоактивных продуктов деления в почвах, их поступлении в растения и накоплении в урожае» [8], которое было отпечатано на ротапринтере небольшим тиражом в 1956 г. сразу же после того, как с этих материалов был снят гриф секретности.

Всеволод Маврикиевич установил закономерности, управляющие поведением одного из важнейших радиоактивных поллютантов, загрязняющих окружающую среду – радиостронция в системе «Почва-растение-животные». Оказалось, в частности, что подвижность в почве ^{90}Sr , содержащегося в ультрамикрочколичествах, зависит от присутствия другого щелочноземельного биологически важного элемента, химического аналога этого радионуклида, – кальция, который содержится в почве в макроколичествах [2]. Эта взаимосвязь – так называемый показатель Ключковского – получил широкое распространение при нормировании радиоактивного загрязнения продуктов питания человека.

В 1957 г. на радиохимическом комбинате «Маяк» (Южный Урал) по наработке оружейного плутония произошла крупная радиационная авария, которая привела к масштабному загрязнению окружающей среды. Всего в окружающую среду поступило 2 МКи, или $7,4 \cdot 10^{16}$ Бк (1 Бк = 1 распад в секунду; 1 Ки = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк), средне- и долгоживущих радиоактивных продуктов деления. На территории трех областей (Челябинской, Свердловской и Тюменской) сформировался радиоактивный след, получивший название Восточно-Уральского. Ситуация требовала срочного вмешательства и разработки контрмер для радиационной защиты населения, проживающего на загрязненных территориях. Была создана Опытная научно-исследовательская станция (ОНИС), к работе в которой были привлечены лучшие специалисты разных отраслей всей страны, причем БФЛ принимала самое деятельное участие в ликвидации этого ядерного события, а В.М. Ключковский был назначен одним из руководителей станции.

В.М. Ключковский одним из первых осознал истинные масштабы воздействия атомной промышленности на окружающую среду и начал комплексное изучение его радиоэкологических аспектов. Он внес значительный вклад в изучение проблем миграции техногенных радионуклидов – продуктов деления тяжелых ядер реакторного и бомбового происхождения в окружающей среде. Этот опыт очень пригодился при ликвидации Южно-Уральской аварии для разработки мероприятий по снижению поступления радионуклидов, прежде всего ^{90}Sr , в растения, и далее по трофической цепи – в организмы животных и человека.

Агрохимик по образованию, В.М. Ключковский постоянно интересовался Периодической системой химических элементов Д.И. Менделеева [6] и внес большой вклад в физико-математическое обоснование явления периодичности. На основании изучения спектров и строения электронной оболочки атомов им было развито представление о $(n + l)$ -областях электронных состояний в атомах (n – главное квантовое

число; l – орбитальное квантовое число) и сформулировано правило формирования электронных конфигураций атомов по мере роста заряда ядра (1951), которое получило его имя: правило Клечковского.

В.М. Клечковский горячо любил Тимирязевскую академию, гордился этим замечательным учебным и научным учреждением, уважал своих учителей, о которых писал: «Я хотел бы сказать свое слово глубокой благодарности тем своим учителям, которые воспитывали у своих учеников чувство высокой ответственности ученого перед народом, перед страной, воспитывали своим примером готовность к борьбе за научную правду, за отстаивание научных позиций и непримиримость к догматизму, начетничеству и верхоглядству. Ибо нет более опасного для авторитета науки, чем облаченное в наукообразную форму невежество» [4].

Особым уважением пользовался у В.М. Клечковского его учитель, как и созданная им школа агрохимиков [10]: «Школа Прянишникова – это многочисленный и сильный, хорошо вооруженный теоретически отряд советских ученых, агрономов и агрохимиков. Следуя примеру и заветам Д.Н. Прянишникова, его ученики и последователи в своих научных выводах и в практических предложениях всегда стремятся прежде всего опираться на результаты хорошо продуманных и тщательно выполненных экспериментов и наблюдений. Традиционным для этой школы является постоянное внимание к совершенствованию методики своих исследований, к использованию тех возможностей, которые возникают в результате развития общего естествознания – появления новых теоретических представлений и новых технических средств для осуществления экспериментов».

Правительство СССР высоко оценило заслуги В.М. Клечковского перед Родиной. В 1952 г. в составе коллектива сотрудников БФЛ он был удостоен Сталинской премии «За научные исследования процесса питания растений с помощью меченых атомов», является кавалером двух орденов Ленина (1965 и 1970), ордена Трудового Красного Знамени (1951), ордена Знак Почета (1960), Золотой медали имени Д.Н. Прянишникова, многих других медалей.

Умер В.М. Клечковский 2 мая 1972 г., похоронен на Ваганьковском кладбище. Память его увековечена мемориальной доской на здании 17 (старого) корпуса Тимирязевки, где и в настоящее время располагается кафедра агрохимии. Ежегодно в Обнинске, во ВНИИ радиологии и агроэкологии (последователе БФЛ), проводятся радиоэкологические чтения В.М. Клечковского, там же расположен музей выдающегося ученого.

Библиографический список

1. *Алексахин Р.М.* У истоков отечественной радиоэкологии / Р.М. Алексахин // Вестник Российской академии наук. – 2001. – Т. 71. – № 1. – С. 63–70.
2. *Архипов Н.П.* К оценке размеров поступления стронция-90 из почвы в растения и его накопления в урожае / Н.П. Архипов, А.В. Егоров, В.М. Клечковский // Доклады ВАСХНИЛ. – 1969. – № 1. – С. 7–21.
3. *Клечковский В.М.* Изотопы и излучения в агрономии / В.М. Клечковский // Доклады АН СССР. – 1957. – № 3. – С. 3–21.
4. *Клечковский В.М.* О настоящем и будущем агрохимии // Агрохимия. – 1972. – № 9. – С. 3–11.
5. *Клечковский В.М.* О способах вычисления констант в формуле Митчерлиха по результатам опытов с дозировкой одного фактора. О законах количественного действия удобрений / В.М. Клечковский // Труды НИУ. – 1930. – Вып. 60. – С. 28–62.

6. Клечковский В.М. Распределение атомных электронов и правило последовательного заполнения $(n + l)$ -групп / В.М. Клечковский. – М.: Атомиздат, 1968. – 432 с.
7. Клечковский В.М. Распределение фосфора в органах растения в опытах с радиоактивным изотопом ^{32}P / В.М. Клечковский, Д.Д. Иваненко, В.Б. Багаев, В.В. Рачинский // Доклады АН СССР. – 1947. – Т. 58. – № 1. – С. 93–97.
8. О поведении радиоактивных продуктов деления в почвах, их поступлении в растения и накоплении в урожай / Под ред. проф. В.М. Клечковского. – М.: ТСХА, 1956. – 177 с.
9. Торшин С.П. На заре становления отечественной радиэкологии (к 50-летию основания Всесоюзного НИИ сельскохозяйственной радиэкологии) / С.П. Торшин // Ядерно-физические исследования и технологии в сельском хозяйстве: Сборник докладов Международной научно-практической конференции, 16–18 сентября 2010 г. – Обнинск, 2020. – С. 29–31.
10. Ягодин Б.А. Деятельность, В.М. Клечковского – ученого-агрохимика в Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева / Б.А. Ягодин // Известия ТСХА. – 1981. – Вып. 3. – С. 181–185.

FROM THE COHORT OF OUTSTANDING SCIENTISTS
OF TIMIRYAZEV UNIVERSITY.
TO THE 120TH ANNIVERSARY OF VSEVOLOD KLECHKOVSKIY

S.P. TORSHIN, G.A. SMOLINA

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

The paper shows the significant contribution of Vsevolod Makrichievich Klechkovskiy to the development of agrochemistry and radioecology. V.M. Klechkovskiy worked all his life at the Department of Agrochemistry of Timiryazev Academy as an assistant professor, associate professor, professor, and Head of the Department. His creative activity was associated with two areas of research – agrochemistry and radioecology (the subject area established by him). In 1946, he was appointed Head of the Biophysical Laboratory (BPhL) at the Department of Agrochemistry and made a significant contribution to the development of radioecology as an independent research area. The authors demonstrate that the Biophysical Laboratory laid the foundation for establishing the All-Union Research Institute of Agricultural Radiology and Agroecology.

Key words: agrochemistry, soil, plants, Biophysical Laboratory (BPhL), radionuclides, radioisotope analysis method

References

1. Aleksakhin R.M. U istokov otechestvennoy radioekologii [Founders of Russian radioecology] // Vestnik Rossiyskoy akademii nauk. 2001; 71; 1: 63–70. (In Rus.)
2. Arkhipov N.P., Egorov A.V., Klechkovskiy V.M. K otsenke razmerov postupleniya strontsiya-90 iz pochvy v rasteniya i ego nakopleniya v urozhae [Assessing the input rate of Strontium-90 from the soil into plants and its accumulation in the harvested crops] // Doklady VASKHNIL. 1969; 1: 7–21. (In Rus.)
3. Klechkovskiy V.M. Izotopy i izlucheniya v agronomii [Isotopes and radiation in agronomy]. // Dokl. AN SSSR. 1957; 3: 3–21. (In Rus.)
4. Klechkovskiy V.M. O nastoyashchem i budushchem agrokhimii [On the present and future of agrochemistry] // Agrokhimiya. 1972; 9: 3–11. (In Rus.)

5. *Klechkovskiy V.M.* O sposobakh vychisleniya konstant v formule Mitcherlikha po rezul'tatam opytov s dozirovkoy odnogo faktora. O zakonakh kolichestvennogo deystviya udobreniy [On the methods of calculating the constants in the Mitscherlich formula based on the results of experiments with the dosage of one factor. On the laws of the quantitative action of fertilizers] // Tr. NIU. 1930; 60: 28–62. (In Rus.)

6. *Klechkovskiy V.M.* Raspreделение atomnykh elektronov i pravilo posledovatel'nogo zapolneniya $(n + l)$ -grupp [Distribution of atomic electrons and the rule of sequential filling of $(n + l)$ -groups]. M.: Atomizdat, 1968: 432. (In Rus.)

7. *Klechkovskiy V.M., Ivanenko D.D., Bagaev V.B., Rachinskiy V.V.* Raspreделение fosfora v organakh rasteniya v opytakh s radioaktivnym izotopom ^{32}P [Phosphorus distribution in plant organs in experiments with the radioactive isotope ^{32}P] // Doklady AN SSSR. 1947; 58; 1: 93–97. (In Rus.)

8. O povedenii radioaktivnykh produktov deleniya v pochvakh, ikh postuplenii v rasteniya i nakopleniya v urozhae [On the behavior of radioactive fission products in soils, their entry into plants and their accumulation in the harvested crops] // Ed. by prof. V.M. Klechkovskiy. M.: TSKHA, 1956: 177.

9. *Torshin S.P.* Na zare stanovleniya otechestvennoy radioekologii (k 50-letiyu osnovaniya Vsesoyuznogo NII sel'skokhozyaystvennoy radioekologii) [The early period of the formation of domestic radioecology (to the 50th anniversary of the All-Union Research Institute of Agricultural Radioecology)] // Sb. dokl. Yaderno-fizicheskie issledovaniya i tekhnologii v sel'skom khozyaystve Mezhd. Nauchno-prakt. konf. 16–18 sent. Obninsk, 2020: 29–31. (In Rus.)

10. *Yagodin B.A.* Deyatel'nost', V.M. Klechkovskogo – uchonogo-agrokhimika v Moskovskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. K.A. Timiryazeva [Activity of V.M. Klechkovsky as an agricultural chemist at Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev] // Izvestiya TSKHA. 1981; 3: 181–185. (In Rus.)

Торшин Сергей Порфирьевич, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976–40–24; e-mail: sptorshin@rambler.ru).

Смолина Галина Алексеевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976–40–24; e-mail: g_smolina@mail.ru).

Sergey P. Torshin, DSc (Bio), Professor, Head of the Department of Agrochemistry, Biochemistry and Radiology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; phone: (499) 976–40–24; e-mail: sptorshin@rambler.ru);

Galina A. Smolina, PhD (Bio), Associate Professor, the Department of Agrochemistry, Biochemistry and Radiology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; phone: (499) 976–40–24; e-mail: g_smolina@mail.ru);