

ИССЛЕДОВАНИЯ

DOI 10.24411/2076-8176-2020-12001

Взгляды Л.Г. Раменского в области почвоведения

В.Б. ГОЛУБ

Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, Тольятти, Россия; vbgolub2000@mail.ru

В 2019 г. исполнилось 135 лет со дня рождения выдающегося российского учёного Леонтия Григорьевича Раменского (1884–1953). Занимаясь фитоценологией и типологией земель, он тесно увязывал особенности растительного покрова с комплексом природных условий, среди которых уделял особое внимание почвам. Но при жизни Раменского и геоботаники, и почвоведы часто не вполне понимали его мысли: слишком оригинальны и необычны были они для своего времени. В фитоценологии заслуги Раменского высоко оценили на родине уже после смерти, в основном когда концепции, которые он развивал, получили распространение на Западе. В статье рассмотрены малоизвестные или забытые взгляды Раменского в области почвоведения. Раменский был одним из первых учёных, который ввёл в обиход понятие «экология почв». Он предполагал развитие этой науки в двух направлениях: а) экология почвы как среда жизни населяющих её организмов, б) экология почвообразовательных процессов, развитие жизни самой почвы. Научные интересы Раменского были связаны со вторым направлением. Раменский считал, что морфологические характеристики почв континуальны на вертикальных её разрезах. Поэтому он пропагандировал независимую количественную их оценку на стенках почвенных разрезов. Выделение «генетических горизонтов» должно быть результатом синтетического анализа отдельных признаков. Раменский обратил внимание на то, что в почве переплетаются признаки, отвечающие современным условиям почвообразования, и признаки реликтовые, свидетельствующие о её происхождении и истории развития. Он разрабатывал экологические шкалы для растительности и почв. Вместо видов растений в почвенных шкалах фигурируют морфологические характеристики профиля почвенного разреза. Раменский разработал методику упорядочивания геоботанических описаний и описаний почв вдоль осей нескольких факторов среды, получившую название

«многомерная ординация». В настоящее время многомерная ординация, идея которой принадлежит Раменскому, широко используется в различных отраслях биологии, в том числе и почвоведении.

Ключевые слова: Раменский Л.Г., экология почв, почвенный континуум, экологические шкалы, многомерная ординация.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-03-00077-ОГН. Автор выражает благодарность за помощь и советы в работе над статьёй В.К. Шитикову, Е.В. Мавродиёву, Т.П. Богдановой, D.C. Coleman, M.A. Callaham Jr.

В 2019 г. исполнилось 135 лет со дня рождения выдающегося российского учёного Леонтия Григорьевича Раменского. Он занимался вопросами фитоценологии и типологии земель. При этом Раменский тесно увязывал особенности растительного покрова с комплексом природных условий. Среди них он уделял особое внимание почвам. Однако при жизни Раменского фитоценологи и почвоведы часто не воспринимали его идеи. Они были слишком оригинальны и необычны для своего времени. Отечественные фитоценологи заслуги Раменского оценили уже после его смерти, в основном когда концепции, которые он развивал, получили распространение на Западе. Наиболее ярким тому примером являются представления о непрерывности растительного покрова (Раменский, 1910) и выделение трёх основных типов стратегий растений (Раменский, 1935).

В 1971 г. наиболее значимые публикации Раменского по фитоценологии были переизданы. И, в конце концов, его вклад в эту науку был по достоинству оценён отечественными геоботаниками и экологами (Миркин, Наумова, 2015). Что же касается работ Раменского в сфере почвоведения, то в полной мере здесь признания его заслуг не произошло. Раменского либо вообще не упоминают в обзорных работах, посвящённых развитию почвоведения в России и СССР, как это делают Д.Г. Виленский (1958), Г.В. Добровольский (2010), а также авторы двух исторических сборников (Кудеяров, Иванов, 2005; Иванов, 2017), либо пишут о нём весьма скупно. Так, И.В. Иванов (2003, с. 322) указывает только на то, что Раменский находился в числе исследователей, которые совмещали в одном лице опыт специалиста в области почвоведения и геоботаники, и что он наряду с другими учёными разрабатывал «специальные почвенно-экологические шкалы, сетки по признакам сочетания трофности и увлажнения». И.А. Крупенников (1981, с. 268) в книге по истории почвоведения упоминает Раменского одной фразой, как учёного, стремившегося «слить воедино почвоведение и геоботанику в особое учение о типах земель...». Больше всех среди историков-почвоведов уделил внимание Раменскому С.В. Зонн (1999). В двухтомной монографии он упомянул его дважды. Первый раз — в списке умерших в 1953–1960 гг. учёных, изучавших почвы, второй — среди юбилейных дат 1980–2000 гг. Отмечая 100-летие со дня рождения Раменского, которое пришлось на 1984 г., С.В. Зонн (1999, с. 380–381) пишет, что:

он был одним из оригинальных ученых, знания которого были в равной степени геоботаническими и почвенными. Он стоял у истоков типологической школы в изучении природных ресурсов сельского хозяйства. Его методы изучения соотношений угодий, их производ-

ственного значения и человеческого подхода встречали понимание. И в то же время он не признан в должной мере ни наукой, ни практикой.

Нельзя не обратить внимания, что две последние фразы в определённой мере противоречат друг другу.

Цель настоящей статьи состоит главным образом в том, чтобы отразить некоторые идеи Раменского в области почвоведения, которые забыты или малоизвестны. При подготовке статьи, кроме общедоступных литературных источников, использовались материалы Архива Российской академии наук (РАН), Российского государственного архива экономики (РГАЭ), музея Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии Института кормов им. В.Р. Вильямса (ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»).

Введение понятия «экология почв»

Раменский был одним из первых учёных, который ввёл в обиход понятие «экология почв». До него лишь однажды в русскоязычной литературе слово «педоэкология» в одной фразе употребил Л.И. Прасолов, подразумевавший под этим понятием «вопросы генезиса почв и отношения почв к окружающим их условиям» и «выяснение причинной зависимости свойств почв» (Прасолов, 1923, с. 49). Выступая на I Всесоюзном съезде почвоведов в Москве, Раменский (1926), в отличие от Л.И. Прасолова, чётко определил круг задач, которые должна решать «экология почв» как наука (Раменский, 1926, с. 19):

- a) Фиксировать экологические особенности морфологии, послойного химизма и проч[ие] почв, являющиеся отражением современных условий почвообразования, отделив их от архаических — геологически унаследованных признаков-пережитков.
- b) Связать экологические особенности почв с режимами среды почвообразования, какими являются главным образом режимы тепловой и водно-воздушной (на первом плане высота увлажнения и характер циркуляции воды).
- c) Проследить разнообразное морфологическое и химическое отражение сходных режимов в различном материале почвообразования (кварцевые пески, тяжелые глины и т. д.).
- d) Изучить режимы среды почвообразования в их влиянии на процессы почвообразования и в их топологической, климатической и субстратной обусловленности (задачи педостациологии, или учение о средах почвообразования и почвенных стациях).

Мы видим, что под «экологией почв» Раменский в 1926 г. подразумевал только почвообразовательные процессы. Но в 1938 г. в книге «Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель» (с. 197–198) он уже пишет, что «экология почв» может развиваться в двух направлениях. Первое — «а) Экология почвы как среды жизни населяющих ее организмов (растения, животные, бактерии)». Второе — «б) Экология почвообразовательных процессов, развития и жизни самой почвы». Раменскому было интересно второе направление. Он обращает внимание на

то, что почву можно рассматривать как динамическую систему, развивающуюся и непрерывно изменяющуюся в результате совместного влияния тесно переплетающихся процессов. На 44 страницах книги (с. 199–242) он рассматривает 13 таких процессов:

1. Выветривание, механическое и химическое. Накопление в почве тонких, частью коллоидных, частиц, изменения степени их дисперсности.
2. Образование и накопление гумуса.
3. Механический принос веществ извне и их вынос (намыв и смыв, развевание и навание, импульверизация и депульверизация).
4. Выщелачивание почвы — унос просачивающейся водой растворимых и коллоидно взвешенных частиц на значительную глубину или в грунтовые воды.
5. Вымывание: кристаллические вещества или коллоиды, вымываясь на некоторую глубину, осаждаются и закупоривают промежутки почвенных частиц, образуя горизонты уплотнения и цементации (иллювиальные горизонты), в различной мере водоупорные и вообще нарушающие циркуляцию воды и воздуха в почве.
6. Выпот, поверхностный и на глубине (Высоцкий, 1927), в результате капиллярного подъёма воды и испарения (или поглощения воды корнями растений, изменения её температуры, окислительных процессов и пр.).
7. Конденсация — местные передвижения солей и окислов под влиянием различий упругости их растворения.
8. Процессы окисления и раскислительные (восстановительные).
9. Корневая и вообще биотическая аккумуляция — вынос кверху веществ, поглощаемых корнями из разных горизонтов почвы и подпочвы, и синтез новых веществ, обогащение поверхностного горизонта известью, фосфором, а также нитратами пр.
10. Рыхление почвы организмами (отчасти, и неорганическими процессами).
11. Развитие проводящей системы — связанной совокупности капиллярных и особенно некапиллярных ходов (трещины, ходы корней и землероев и т. д.), являющихся в суглинистых и глинистых почвах главными путями просачивания воды и циркуляции воздуха.
12. «Конвекция» — перемешивание горизонтов почвы и подпочвы деятельностью роющих животных (и других агентов).
13. Развитие агрегатности, тонкого строения и структуры почв (Раменский, 1938, с. 198–199).

В перечисленных процессах, указывает Раменский, участвуют микроорганизмы; накладывает отпечаток на них и хозяйственная деятельность человека.

По намеченному Раменским второму подходу в понимании «экологии почв» пошёл и В.Р. Волобуев (1963) — автор одноимённой книги. Ряд учёных считают его создателем новой экологической ветви почвоведения (Эвальд, 1972; Соколов, 2004; Дергачева, 2009). Волобуев в своей монографии, как и Раменский, которого он не упоминает, делает акцент на процессах формирования почв, а не на собственно экологии в общебиологическом понимании этого термина. Сходные взгляды имел и Л.И. Прасолов (1923), впервые употребивший термин «педоэкология». Если принять точку зрения названных выше учёных на содержание понятия «экология почв» как науки, занимающейся изучением закономерностей, действующих в системе

«почва — факторы», то пионером этого направления в почвоведении без сомнения следует считать Раменского.

Однако основное русло науки «экология почв» двигалось по направлению, обозначенному в работе Раменского буквой «а», «как среды жизни населяющих ее организмов» и изучению их взаимодействия между собой. Но институционализация этого направления произошла позже, чем направления, помеченного Раменским буквой «б». Я задал вопрос одному из авторов книги «Fundamentals of Soil Ecology» D.C. Coleman (2017), какую работу он считает первой, в которой была сформулирована концепция науки «почвенная экология» (soil ecology) в смысле изучения почвенных организмов, их взаимоотношения между собой и со средой. Он ответил, что считает таковой статью профессора A. Macfadyen (1969). Второй автор этой монографии M.A. Callaham Jr., стараясь мне помочь найти в англоязычной литературе первое употребление термина soil ecology, обратился к поисковой системе Web of Science. Он обнаружил, что впервые вместе слова «почва» и «экология» на английском языке нашлись в статье Ph. Buckle (1923). В ней автор пытался выяснить, существует ли связь сообществ насекомых, живущих в почве с растениями и типами почв. Содержание данной статьи, конечно, можно отнести к области почвенной экологии, но не к созданию концептуального подхода этого направления науки.

Континуальность признаков вертикального профиля почв

Раменский к почве, как и к растительности, относился также как к континуальному объекту. Причём свойства почв, по его мнению, непрерывно изменяются по трём осям: 1) во времени (процессы почвообразования), 2) вдоль поверхности земли, 3) на вертикальных её разрезах (Раменский, 1938).

Если непрерывность свойств почвы вдоль первых двух осей в целом не противоречила уже сложившимся в 1920–1930-х гг. взглядам, то этого нельзя сказать относительно третьей — вертикального профиля почвы. В отличие от большинства почвоведов Раменский считал, что характеристики почвенного профиля меняются постепенно, и хотя они и часто связаны между собой, но тем не менее обладают определённой независимостью.

Говоря о том, что можно увидеть на почвенном разрезе, Раменский (1938, с. 195) пишет, что:

<...> здесь нет неподвижных, застывших отношений — связь процессов подвижна и относительна. Каждый процесс, каждый элемент почвенного профиля в действительности следует своим особым законам развития и передвижения, вырисовывает свой собственный профиль распределения на стенке почвенной ямы.

Можно заметить, что такие же суждения о подвижности параметров вертикального почвенного профиля, характеризующих его влажность, высказывал позже А.А. Роде (1963).

Раменский полагал, что на почвенном разрезе нужно фиксировать каждый морфологический признак в отдельности количественно в баллах и дифференцируя их по глубинам. Он приводит несколько аргументов в пользу такой раздельной записи (Раменский, 1938, с. 197):

а) Гарантия известной объективности и сравнимости записи различных исследователей, б) Значительное упрощение, технизация записи почвенного разреза, делающая описание почв широко доступным и дающим удовлетворительные результаты даже в руках неопытных работников. <...> в) Раздельная запись делает возможной и удобной статистическую сводку почвенных описаний, в частности применение метода стандартных шкал, выведение групповых средних почвенных разрезов и т. д.

Раменский не отвергал наличие почвенных горизонтов, но считал, что их выделение должно быть результатом синтетического анализа, расчленённого по отдельным признакам описания почвенного разреза.

В 1939 г. Раменский подготовил рукопись книги «Опыт рационализации комплексного почвенно-геоботанического исследования земель»¹, ответственным редактором которой согласился быть В.Л. Комаров, бывший в то время президентом Академии наук СССР. В этой книге Раменский отстаивал важность независимой количественной характеристики почвенных признаков. Рукопись получила отрицательный отзыв Почвенного института им. В.В. Докучаева, подписанный его директором Л.И. Прасоловым. Вероятно, этот отзыв явился основной причиной того, что книга Раменского так и не была опубликована. Что касается методики описания почвенного разреза, то в этом документе были следующие строки:

Автор указывает на те основные признаки, которыми должна быть охарактеризована почва при полевом исследовании и предлагает описание почвы заключить в особые цифровые формулы с оценкой ряда признаков баллами. Если перечень признаков особых возражений не вызывает, то отнюдь нельзя сказать того же о формулах и баллах. Формулы неизбежно влекут за собой механистичность в морфологическом анализе и отвлекают мысль исследователя (особенно начинающего) от тех выводов, которые могут быть сделаны на основании сопоставления морфологических признаков и всей совокупности окружающих условий. <...>

<...> совершенно нельзя согласиться с автором, что почвенные горизонты являются всегда «условными отрезками». Почвенные горизонты есть объективная реальность — внешнее морфологическое проявление почвообразовательного процесса. Отрицая их существование, мы тем самым отрываем форму от содержания².

На приведённые замечания Раменский дал ответ:

1. Авторы отзыва утверждают, что я отрицаю почвенные горизонты, считая их «всегда» «условными отрезками» почвенного профиля. Это неверно — и не соответствует моим высказываниям. Учитывая сложные и противоречивые процессы почвообразования и разнообразие этапов развития отдельных почв, я считаю единственно правильным приемом проследить профиля вертикального распределения морфологических признаков почв без всякой предвзятости, следовательно — независимо друг от друга, с тем, чтобы генетические горизонты выявились в конце работы, из сопоставления профилей отдельных при-

¹ Рукопись книги хранится в РГАЭ (Ф. 399. Оп. 3. Д. 35, 36).

² АРАН. Ф. 277. Оп. 4. Д. 1230. Л. 52–54. Полностью отзыв Почвенного института на книгу Раменского и его ответ доступны на сайте АРАН: http://www.ras.ru/lvkomarovarchive/4_actview.aspx?id=1808 (см. с. 52–73).

знаков. Горизонты должны быть синтезом, заключительным аккордом, а не предпосылкой описания, как то обычно делается. Совпадают друг с другом перегибы кривых распределения по вертикали, цвета механического состава, связности, структуры, почвообразований и т. д.? Тем лучше, значит, генетические горизонты выражены ясно и полно. Однако слишком часто встречается неполная согласованность в профилях признаков, а иногда и полная несогласованность (граница уплотнения не совпадает ни со сменой цветовых оттенков, ни с изменением структуры и т. д.). Я мог бы демонстрировать сотни таких несопадений, конечно, далеко не случайных. Какой же прием описания более объективен — раздельный или подчиненный границам горизонтов, намеченным еще в начале описания, когда ход всех признаков точно не выявлен? Тут вряд ли возможны два мнения. Однако вместо объективного разбора моей концепции в целом, мои критики сражаются с изолированно выхваченным ими же абсолютизированным суждением об условности горизонтов (так, как они выделяются на практике, т. е. до изучения профилей всех признаков).

2. Балловая оценка признаков почв испытана в широкой многолетней практике исследований в различных зонах. Применение баллов оправдано установлением множества закономерных отношений морфологии почв — и деталей рельефа, аналитических признаков и т. д. В моей работе приводится достаточно примеров этого (так же как и в книге, изданной в 1938 г.). Этот факт, замалчиваемый критиками — что и позволяет им говорить о невозможности объективной оценки ряда признаков. При отсутствии точных указаний и технических пособий оценка признаков субъективна — и такова именно обычная практика работы почвоведов; к ней и относится замечание критиков. Но работающий по нашему методу пользуется конкретной точной инструкцией по оценке выраженности каждого признака и рядом приемов, уточняющих оценку (см.: Раменский, 1938). Все это известно критикам. Почему они не разбирают, не критикуют нашей техники в целом, а замалчивают ее, ограничиваясь суждением «вообще»? Может быть, так легче критиковать — но чего же такая критика стоит?³

Если бы предложения Раменского о раздельной количественной оценке различных морфологических признаков почвенных разрезов стали общепринятыми и явились бы основой для разработки стандартов их характеристики, то ряд проблем, которые возникли в настоящее время при внедрении в почвоведение информационных технологий, решать было бы проще. Сошлёмся на мнение В.А. Рожкова, авторитетного отечественного специалиста в этой области. Он и его соавторы во многих своих публикациях указывают, что сведения только о генетических горизонтах — явно недостаточные диагностические признаки для количественных методов обработки данных и автоматической классификации почв. Они пишут, что в расчленении почв на генетические горизонты довольно много субъективных моментов. Гипотетичными являются даже сами генетические представления. Для современных методов обработки информации необходима система конкретных количественных, формально измеренных показателей о свойствах почв по всему её профилю. Представление этих признаков в базе данных должно допускать их математическую обработку. Не связанный с генетическими горизонтами набор признаков позволил бы создавать в зависимости от конкретных целей исследования разные классификации почв (Рожков, 2011, 2012, 2014, 2016; Рожков, Рожкова, 1993; Рожков и др., 2015).

³ АРАН. Ф. 277. Оп. 4. Д. 1230. Л. 43–44.

Почва — носитель информации современных и исторических процессов

Для научного творчества Раменского и его наследия характерно, что некоторые важные идеи он излагал весьма лаконично и на них не обращали должного внимания. Затем эти идеи открывались вновь, развёртывались в теории и становились общепризнанными. Наиболее показательным примером из области фитоценологии является установление Раменским (1935, 1938) трёх типов стратегий растений: виоленты, пациенты, эксплеренты. В двух своих работах он отвёл рассмотрению этих типов по одной странице текста. Более чем сорок лет спустя совершенно независимо от Раменского такие же типы растений выделил J.P. Grime (1979). Но он посвятил их рассмотрению солидную монографию. Теперь учение о типах стратегий, разработанное Граймом, называют в числе самых крупных достижений теоретической фитоценологии (Wilson et al., 2019).

Подобный пример можно найти и в области почвоведения. В небольшом разделе своей книги, изданной в 1938 г., Раменский (с. 192–193) обратил внимание, что в почве переплетаются признаки экологические, или ценогенетические, отвечающие современным условиям почвообразования, и признаки реликтовые, палингенетические, свидетельствующие о её происхождении и истории развития.

Раменский приводит пример пойменного луга с почвой, которая в полной мере не соответствует её текущему топологическому положению, т. е. не вполне адекватна условиям среды, в которой она находится в данный момент. Кроме признаков, характеризующих современное расположение этого участка, почва несёт в своем профиле черты-рудименты, которые свидетельствуют о его прежнем местонахождении относительно русла реки.



Рис. 1. Раменский за изучением почвы. 1923 г. Павловская луговая станция. Фотография из фонда музея Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии Института кормов им. В.Р. Вильямса

Fig. 1. Ramensky studies the soil. 1923. Pavlovsk meadow station. Photo from the Museum of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology.

Почти четырьмя десятилетиями позже И.А. Соколов и В.О. Таргульян (1976) в своей работе с обширной аргументацией ввели понятия «почва-память» и «почва-момент». Другими словами, они во многом повторяют мысли Раменского о почве — носителе информации как о нынешних, так и давно свершившихся почвообразовательных процессах. В результате этого, как пишут авторы, почва не является идеальным зеркалом современного ландшафта, так как в её морфологии и свойствах отражены условия среды, существовавшие в прошлом. К сожалению, почвоведы, предложившие названные выше термины, ни такие, как А.Н. Геннадиев (1990) — автор обстоятельной монографии о значении времени как комплексного общего фактора почвообразования, ни авторы сборника, посвящённого этому же вопросу (Таргульян, Горячкин, 2008), не упоминают Раменского.

Почвенные экологические шкалы

Раменский разрабатывал экологические шкалы для растительности и почв. Последние должны отражать как таксономическую принадлежность того или иного почвенного выдела, так и отдельные его свойства. Вместо видов растений в почвенных шкалах фигурируют морфологические и аналитические характеристики профиля почвенного разреза. К таковым относятся такие показатели, как интенсивность гумусовой окраски и глубина её распространения, максимальный по профилю балл подзолистости, место на почвенном профиле слоя наибольшей подзолистости, глубина, на которой для почвы характерна повышенная связность, распространение «марганцевых точек и крапин», «покраснение от глубины (см)», «вскипание и карбонаты от глубины (см)», выделение окислов железа, «кратовинность, балл» и ряд других характеристик (Раменский, 1938, с. 254–264).

В ходе разработки шкал для растительности и почв Раменский взаимоувязывал их между собой:

Группируя почвы по растительности, записанной при ямах, и обратно, списки растительности по группам почвенных разрезов, достигаем детальной увязки параллельных шкал, почвенных и ботанических. Опыт двойных определений местообитания по таким шкалам показывает или полное совпадение оценок по почве и по растительности или их ничтожное отклонение на 0,5–1, редко на 2 ступени шкалы (Раменский, 1936, с. 706).

В книге «Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель» Раменский приводит два фрагмента почвенных экологических шкал. Первый из них индицирует выщелоченность, а второй — увлажнение почв. Автор показывает в таблице, что шкала выщелоченности почв, основанная на данных о морфологических признаках у северной границы распространения чернозёма, демонстрирует удовлетворительный параллелизм с почвенными аналитическими и ботаническими показателями.

Разработка почвенных экологических шкал велась такими же методами, как и ботанических. Они описаны в работах Раменского (1929, 1936, 1938). Если говорить о почвенных шкалах, то первым этапом их разработки является выстраивание экологического ряда разрезов, характеристики которых постепенно и последовательно изменяются под действием одного выбранного фактора среды. Ряд может быть

сборный, составленный из кусочков, взятых из разных мест одного и того же региона. Далее в контрастных частях градиента выделяются группы почвенных разрезов. Затем в каждой группе последовательной отбраковкой стоящих на краях ранжированного по морфологическим признакам ряда описаний почвенных разрезов выделялся средний разрез. Раменский его назвал «функциональным средним», а сам метод его нахождения — «элективным счислением» (Раменский 1929, 1936). В упомянутой выше неопубликованной рукописи Раменский упростил способ выявления среднего разреза. Им являлись медианные значения морфологических признаков ряда почвенных разрезов.

После получения первичного экологического ряда из 3–4 опорных точек по морфологическим признакам между ними распределяются все почвенные разрезы и выделяются промежуточные опорные точки. Этот процесс повторяется несколько раз до тех пор, пока уже не удаётся выстроить стройную последовательность опорных точек с постепенно меняющимися признаками. Установленные опорные точки в конечном итоге и являлись ступенями шкал. Упорядочивание почвенных разрезов вдоль осей факторов, которое проводил Раменский, с некоторой условностью можно отнести к области прямого градиентного анализа. Пишу «с условностью» потому, что в основном степень выраженности того или иного фактора среды основывалась на экспертном мнении исследователя.

Мерой близости почвенных разрезов друг другу для Раменского служила степень сходства в них общих элементов, оценённых либо качественно (присутствие/отсутствие), либо количественно. В последнем случае это была общность тех же элементов, выраженная в баллах их интенсивности. В неизданной книге Раменский для оценки сходства многомерных объектов предложил использовать коэффициент, близкий по смыслу к коэффициенту Жаккара.

Закончив упорядочивание геоботанических описаний или почвенных разрезов по одному из факторов среды, Раменский повторял этот вычислительный процесс, рассматривая другой градиент. Например, после выстраивания почвенных описаний вдоль оси увлажнения следовало их упорядочивание вдоль градиента выщелочности почвы. То есть Раменский рассматривал варьирование состава признаков почв в многомерном пространстве факторов среды⁴.

Возвращаясь к предложенному Раменским статистическому методу выявления морфологических параметров среднего разреза, можно заметить, что это наиболее простой способ выявления представительного почвенного профиля. Проблема конструирования такого профиля возникает при установлении формализованного образа или архетипа той или иной таксономической единицы (Рожков, 2018).

В отличие от экологических шкал для растительности, подобные шкалы для почв не были созданы. Раменский не мог заниматься этим чрезвычайно трудоёмким делом, будучи сотрудником Института кормов им. В.Р. Вильямса. Даже к разработке ботанических шкал в этом учреждении относились весьма скептически, с частыми упреками, что эта работа не имеет практического значения. Раменский над ботаническими шкалами трудился около 20 лет, но изданы они были уже после его смерти (Раменский и др., 1956). Выступая в Почвенном институте им. В.В. Докучаева, он пытался заинтересовать его сотрудников в создании таких шкал. Но, как пишут

⁴ Подробнее о методике разработки экологических шкал Раменского см. статью В.Б. Голуба и В.К. Шитикова (2019).

С.И. Перлин и Л.Н. Соболев (2018), ведущие учёные этого института устроили Раменскому «разнос», обвинив его в некомпетентности в вопросах почвоведения.

Внедрение метода многомерной ординации в почвоведение

Статья Раменского (1929) об упорядочивании геоботанических описаний в ряды по сходству их флористического состава была переведена на немецкий язык (Ramensky, 1930). Её заметил недавно ушедший из жизни по своему желанию австралийский геоботаник и эколог D.W. Goodall (1953)⁵. В числе нескольких авторов он назвал Раменского первым, предложившим систематизацию геоботанических описаний без предварительной их классификации. В статье Раменского, опубликованной на немецком языке, термин «упорядочивание» списков растительности вдоль градиента среды был переведен словом “Ordnung”. Goodall (1954) вместо этого немецкого слова употребил английское — “ordination” и этот термин широко стали использовать биологи на Западе. Оттуда оно пришло в русскоязычную биологическую литературу, в том числе и в почвоведение, в виде слова «ординация». Иначе говоря, термин и понятие, введенные Раменским в 1920-х гг., вернулись на родину с другим словесным обозначением.

Первыми зарубежными почвоведом, которые применили многомерную прямую ординацию, схожую с той, которую делал Раменский, были американцы F.D. Hole и M. Hironaka (1960). Принцип такого подхода к изучению почв, как и сам термин, они заимствовали у Гудолла, а алгоритм упорядочивания совокупности почвенных разрезов, которые характеризовались набором морфологических и аналитических признаков, — из статьи фитоценологов Висконсинского университета (Bray, Curtis, 1957). Кстати, можно заметить, что эти геоботаники, также как и Гудолл, обратили в своей статье внимание читателей на то, что термин “ordination” произошел от слова “Ordnung”. Они сделали ссылку на переведённую на немецкий язык работу Раменского. Таким образом, не только зарубежные фитоценологи, но и почвоведы, пользовавшиеся методом Брея — Кертиса, могли знать, кто являлся автором идеи ординации многомерных биологических объектов.

В начале 1970-х гг. в качестве метода непрямой ординации в почвоведении стали использовать факторный анализ (Cuanalo, Webster, 1970; Kyuma, Kawaguchi, 1973). Позже стали применяться и другие математические методы непрямой многомерной ординации, но суть их осталась та же: нахождение главных латентных осей варьирования признаков множества объектов по матрице их корреляционных коэффициентов (Шитиков, Зинченко, 2019). Большой толчок распространению этих методов в биологии, в том числе и в почвоведении, дало широкое применение компьютеров, когда трудоёмкие математические расчёты сильно облегчились и стали общедоступными.

Не обошли вниманием метод многомерной ординации, предложенный Раменским, и учёные почвенного института им. В.В. Докучаева в своём отзыве на рукопись книги «Опыт рационализации комплексного почвенно-геоботанического исследования земель». Касательно методики упорядочивания геоботанических

⁵ С биографией D.W. Goodall и списком его работ можно познакомиться в посвящённом ему некрологе (Mucina et al., 2018).

описаний и почвенных разрезов вдоль градиентов среды в этом отзыве было сказано:

<....> вся методика в целом представляет собой доведенное до крайнего предела, абстрагированное статистическое изображение ряда эмпирических коррелятивных зависимостей. Установление таких зависимостей является неотъемлемым приемом научных исследований — в том числе и почвенных, но та сложная и абстрактная статистическая форма, в которую эти зависимости облакает Л.Г. Раменский, лишает эти зависимости их внутреннего содержания и придает всей методике характер техницизма⁶.

В современных публикациях очень часто результаты ординационных исследований оформляются графически в виде расположения изучаемых признаков объектов в плоскости осей их варьирования. Выглядят эти диаграммы примерно так, как представлял себе это Раменский более 90 лет тому назад:

Выводы педоэкологии должны резюмироваться в координатных схемах или классификациях координатного характера, связывающих почвенные признаки (мощность, структурность, окраску, профиль химизма и физических свойств, и проч.) с величинами режимов среды почвообразования (температурой, соотношением восходящего и нисходящего колен водной циркуляции и проч.) и составом материнского материала почвообразования. (Раменский, 1926, с. 19).

Так что в наши дни упрёки, которые сделали советские почвоведы Раменскому в 1939 г., обвинившие его в абстрактной статистической форме выявляемых зависимостей и техницизме, выглядят устаревшими. Сейчас российские почвоведы нередко используют различные методы как прямой, так и непрямой многомерной ординации.

Рассматривая научное творчество Раменского в области фитоценологии, Б.М. Миркин и Л.Г. Наумова (2012), оперируя понятиями, введенными Т. Куном (Kuhn, 1962), относили этого учёного к кругу учёных «экстраординарной науки». По их словам, он был «белой вороной» для геоботаников — его современников. Следует признать, что и в некоторых вопросах почвоведения Раменский находился за чертой отечественной «нормальной науки», значительно опережая своё время высказанными идеями.

Литература

- Виленский Д.Г.* История почвоведения в России. М.: Советская наука, 1958. 239 с.
- Волбуев В.Р.* Экология почв. Баку: Изд-во Академии наук Азербайджанской ССР, 1963. 260 с.
- Геннадиев А.Н.* Почва и время: модели развития. М.: Изд-во МГУ, 1990. 232 с.
- Голуб В.Б., Шитиков В.К.* Леонтий Григорьевич Раменский: Методика разработки экологических шкал // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 2019. Т. 124. Вып. 4. С. 61–68.
- Дергачева М.И.* Экология почв: становление новой науки биосферного класса // Сибирский экологический журнал. 2009. Т. 16. № 2. С. 143–150.

⁶ АРАН. Ф. 277. Оп. 4. Д. 1230. Л. 53.

Добровольский Г.В. Лекции по истории и методологии почвоведения: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2010. 321 с.

Зонн С.В. История почвоведения России в XX веке (неизвестные и забытые страницы). Ч. 2. М.: Эдэль-М, 1999. 581 с.

Иванов И.В. История отечественного почвоведения: Развитие идей, дифференциация, институционализация: Кн. 1. 1870–1947. М., СПб.: Наука, 2003. 397 с.

Иванов И.В. (Ред.). Материалы III Всероссийской конференции с международным участием «Проблемы истории, методологии и социологии почвоведения». Пушкино: Товарищество научных изданий КМК, 2017. 352 с.

Крупенников И.А. История почвоведения от времени зарождения до наших дней. М.: Наука, 1981. 328 с.

Кудеяров В.Н., Иванов И.В. (Ред.). Почвоведение: история, социология, методология. М.: Наука, 2005. 422 с.

Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Современная наука о растительности. Уфа: Гилем, 2012. 488 с.

Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Вклад теоретического наследия Л.Г. Раменского в современную науку о растительности (к 130-летию со дня рождения ученого) // Журнал общей биологии. 2015. Т. 76. № 3. С. 244–256.

Перлин С.И., Соболев Л.Н. Л.Г. Раменский: жизнь и творчество. Тольятти: Анна, 2018. 86 с.

Прасолов Л.И. Современное почвоведение, его практическое приложение и вопросы организации // Отчет № 19 о деятельности Комиссии по изучению естественных производительных сил России. Петроград, 1923. С. 35–39.

Раменский Л.Г. О сравнительном методе экологического изучения растительных сообществ. Дневник XII съезда русских естествоиспытателей и врачей. Отдел II. М., 1910. С. 389–390.

Раменский Л.Г. Проблемы классификации и экологического изучения почв в геоботанической перспективе // Бюллетень почвоведца. 1926. № 1. С. 18–20.

Раменский Л.Г. К методике сравнительной обработки и систематизации списков растительности и других объектов, определяемых несколькими несходно действующими факторами // Труды совещаний по вопросам луговедения и опытного луговодства. 1929. Вып. 2. С. 11–36.

Раменский Л.Г. О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель, геоботаники и экологии // Советская ботаника. 1935. № 4. С. 25–42.

Раменский Л.Г. Принципиальные и методические предпосылки комплексного почвенно-геоботанического исследования земель // Почвоведение. 1936. № 5. С. 693–718.

Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.

Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.

Раменский Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова: Избр. работы. Л.: Наука, 1971. 334 с.

Роде А.А. Водный режим почв и его регулирование. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 120 с.

Рожков В.А. Дуализм основных понятий классификации почв // Почвоведение. 2014. № 1. С. 3–11.

Рожков В.А. Классификация и классификация почв // Почвоведение. 2012. № 3. С. 259–269.

Рожков В.А. Концепция генератора (машины) классификаций почв // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2016. Вып. 85. С. 115–130.

Рожков В.А. О проблеме представительного профиля // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2018. Вып. 93. С. 3–20.

Рожков В.А. Формальный аппарат классификации почв // Почвоведение. 2011. № 12. С. 1411–1424.

Рожков В.А., Рожкова С.В. Почвенная информатика. М.: Изд-во МГУ, 1993. 189 с.

Рожков В.А., Рожкова С.В., Кравец П.В., Конюшков Д.Е. INFOSOIL — Информационно-справочная система по классификации и распознаванию почв России // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2015. Вып. 79. С. 3–22.

Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск: Гуманитарные технологии, 2004. 288 с.

Соколов И.А., Таргульян В.О. Взаимодействие почвы и среды: почва-память и почва-момент // Изучение и освоение природной среды. М.: Наука, 1976. С. 150–164.

Таргульян В.О., Горячкин С.В. (Ред.). Память почв. Почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 692 с.

Шутиков В.К., Зинченко Т.Д. Многомерный статистический анализ экологических сообществ (обзор) // Теоретические проблемы экологии. 2019. № 1. С. 5–11.

Эвальд Э. О взаимоотношении исследований в области генезиса и экологии почв (на примере изучения органического вещества) // Почвоведение. 1972. № 2. С. 22–28.

Bray J.R., Curtis J.T. An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin // Ecological Monographs. 1957. Vol. 27. P. 325–349.

Buckle Ph. On the ecology of soil insects on agricultural land // Journal of Ecology. 1923. Vol. 11. No. 1. P. 93–102.

Coleman D.C., Callahan M.A. Jr., Crossley D.A. Jr. Fundamentals of Soil Ecology. 3rd ed. London: Academic Press, 2017. 369 p.

Cuanalo H.E. De la C., Webster R. A comparative study of numerical classification and ordination of soil profiles in a locality near Oxford. Part I. Analysis of 85 sites // Journal of Soil Science. 1970. Vol. 21. P. 340–352.

Goodall D.W. Vegetational classification and vegetational continua // Angewandte Pflanzensoziologie. Festschrift Aichinger. Bd. I. Wien: Springer-Verlag, 1954. S. 168–182.

Goodall D.W. 1953. Objective methods for the classification of vegetation. I. The use of positive interspecific correlation // Australian Journal of Botany. 1953. Vol. 1. P. 39–63.

Grime J.P. Plant strategies and vegetation processes. Chichester: J. Wiley and Sons, 1979. 222 p.

Hole F.D., Hironaka M. An Experiment in Ordination of Some Soil Profiles // Soil science society proceeding. 1960. Vol. 24. P. 309–312.

Kuhn T.S. The structure of scientific revolutions. Chicago: University of Chicago Press, 1962. 172 p.

Kyuma K., Kawaguchi K. A method of fertility evaluation for paddy soils. I. First approximation: chemical potentiality grading // Soil Science and Plant Nutrition. 1973. Vol. 19. P. 1–9.

Macfadyen A. The systematic study of soil ecosystems / J.G. Sheals (ed.). The soil ecosystem. London: The Systematics Association, 1969. P. 191–197.

Mucina L., Podani J., Feoli E. David W. Goodall (1914–2018): An ecologist of the century // Community Ecology. 2018. Vol. 19. № 1. P. 93–101.

Ramensky L.G. Zur Methodik der vergleichenden Bearbeitung und Ordnung von Pflanzenlisten und anderen Objecten, die durch mehrere, verschiedenartig wirkende Faktoren bestimmt werden // Beiträge zur Biologie der Pflanzen. 1930. Bd. 18. H. 2. S. 269–304.

Wilson J.B., Agnew A.D.Q., Roxburgh S.H. The nature of plant communities. NY: Cambridge University Press, 2019. 354 p.

L.G. Ramensky's views on soil science

VALENTIN B. GOLUB

Institute of Ecology of the Volga River Basin of the Russian Academy of Science,
Branch of Samara Federal Research Center of Russian Academy of Sciences, Tolyatti, Russia;
vbgolub2000@mail.ru

The 135th anniversary of the birth of an outstanding Russian scientist, Leontii Grigoryevich Ramensky (1884–1953), was celebrated in 2019. Working in the field of phytocoenology and land typology, Ramensky closely linked vegetation cover features to the complex of natural conditions, with particular emphasis on soils. In his lifetime, however, geobotanists and soil scientists often failed to fully understand his ideas that appeared too exotic and unusual to his contemporaries. Ramensky's ideas in the field of phytocenology were highly appreciated in his homeland only after his death, mostly after these concepts became widely accepted in the West. This paper reviews Ramensky's little-known or forgotten views in the field of soil science. Ramensky was one of the first scientists to introduce the concept of "soil ecology". According to Ramensky, the development of this discipline proceeds in two directions: (a) the study of soil as environment for the organisms that inhabit it, and (b) the study of soil-forming processes under the influence of the environmental factors. Ramensky's scientific interests focused on the second direction. He believed that the morphological characteristics of a soil were continuous over its vertical cross-sections. Therefore, he advocated their independent quantitative assessment on the soil profile walls. The identification of genetic horizons should be the result of a synthetic analysis of individual features. Ramensky drew attention to the fact that soil features that reflect modern conditions of its formation are interlaced with its relic feature that point out to its origin and development history. Ramensky developed the ecological indicator values for vegetation and soil. Unlike botanical ecological indicator values that feature plant species, soil ecological indicator values show the morphological characteristics of a soil profile. Ramensky developed a methodology for ordinating geobotanical and soil descriptions along the axes of several environmental factors, which was named "multidimensional ordination." At present, multidimensional ordination the idea of which should be credited to Ramensky is widely used in various branches of biology, including soil science.

Keywords: Ramensky L.G., soil ecology, soil continuum, ecological indicator values, multidimensional ordination.

References

- Bray J.R., Curtis J.T. (1957). An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin, *Ecological Monographs*, 27, 325–349.
- Buckle Ph. (1923). On the ecology of soil insects on agricultural land, *Journal of Ecology*, 11 (1), 93–102.
- Coleman D.C., Callaham M.A. Jr., Crossley D.A. Jr. (2017). *Fundamentals of Soil Ecology*. 3rd ed, London: Academic Press.
- Cuanalo H.E. De la C., Webster R. (1970). A comparative study of numerical classification and ordination of soil profiles in a locality near Oxford. Part I. Analysis of 85 sites, *Journal of Soil Science*, 21, 340–352.
- Dergacheva M.I. (2009). Èkologija pochv: stanovlenie novoï nauki biosfernogo klassa [Soil ecology: the formation of a new biosphere class science], *Sibirski èkologicheski zhurnal* [Siberian Ecological Journal], 16 (2), 143–150.

Dobrovolsky G.V. (2010). *Lektsii po istorii i metodologii pochvovedeniia: Uchebnik* [Lectures on the history and methodology of soil science. Textbook], Moscow: Izd-vo MGU.

Ewald E. (1972). O vzaimootnoshenii issledovaniĭ v oblasti genezisa i ėkologii pochv (na primere izucheniia organicheskogo veshchestva) [On the relationship between research in the field of soil genesis and ecology (by the example of studying organic matter)], *Pochvovedenie* [Soil science], 2, 22–28.

Gennadiev A.N. (1990). *Pochva i vremia: modeli razvitiia* [Soil and time: development models], Moscow: Izd-vo MGU.

Golub V.B., Shitikov V.K. (2019). Leontii Grigor'evich Ramenskii: Metodika razrabotki ėkologicheskikh shkal [Leonty G. Ramensky: Methodology for the development of ecological scales], *Biul. MOIP. Otd. Biologii*, 124 (4), 61–68.

Goodall D. W. (1954). Vegetational classification and vegetational continua, *Angewandte Pflanzensoziologie. Festschrift Aichinger*, (Bd. I, S. 168–182), Wien: Springer-Verlag.

Goodall D.W. (1953). Objective methods for the classification of vegetation. I. The use of positive interspecific correlation, *Australian Journal of Botany*, 1, 39–63.

Grime J.P. (1979). *Plant strategies and vegetation processes*, Chichester: J. Wiley and Sons.

Hole F.D., Hironaka M. (1960). An Experiment in Ordination of Some Soil Profiles, *Soil science society proceeding*, 24, 309–312.

Ivanov I.V. (2003). *Istoriia otechestvennogo pochvovedeniia: Razvitie idei, differentsiatsiia, institutsializatsiia. Kn. 1. 1870–1947* [The history of Russian soil science: Development of ideas, differentiation, institutionalization: Book 1. 1870–1947], Moscow, St Petersburg: Nauka.

Ivanov I.V. (ed.) (2017). *Materialy III Vserossiĭskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Problemy istorii, metodologii i sotsiologii pochvovedeniia»* [Materials of the III All-Russian Conference with International Participation «Problems of history, methodology and sociology of soil science»], Pushchino: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniĭ KMK.

Krupennikov I.A. (1981). *Istoriia pochvovedeniia ot vremeni zarozhdeniia do nashikh dneĭ* [The history of soil science from the time of its origin to the present day], Moscow: Nauka.

Kudeyarov V.N., Ivanov I.V. (eds) (2005). *Pochvovedenie: istoriia, sotsiologiya, metodologiya* [Soil Science: History, Sociology, Methodology], Moscow: Nauka.

Kuhn T.S. (1962). *The structure of scientific revolutions*, Chicago: University of Chicago Press.
Kyuma K., Kawaguchi K. (1973). A method of fertility evaluation for paddy soils. I. First approximation: chemical potentiality grading, *Soil Science and Plant Nutrition*, 19, 1–9.

Macfadyen A. (1969). The systematic study of soil ecosystems. In J.G. Sheals (ed.), *The soil ecosystem* (pp. 191–197), London: The Systematics Association.

Mirkin B.M., Naumova L.G. (2012). *Sovremennaiia nauka o rastitel'nosti* [Modern vegetation science], Ufa: Gilem.

Mirkin B.M., Naumova L.G. (2015). Vklad teoreticheskogo naslediiia L.G. Ramenskogo v sovremennuiu nauku o rastitel'nosti (k 130-letiiu so dnia rozhdeniia uchenogo) [The contribution of the Ramensky's theoretical heritage in the modern vegetation science (towards the 130th anniversary of birth)], *Zhurnal obshcheĭ biologii* [Journal of General Biology], 76 (3), 244–256.

Mucina L., Podani J., Feoli E. (2018). David W. Goodall (1914–2018): An ecologist of the century, *Community Ecology*, 19 (1), 93–101.

Perlin S.I., Sobolev L.N. (2018). *L.G. Ramensky: zhizn' i tvorchestvo* [L.G. Ramensky: life and work], Tolyatti: Anna.

Prasolov L.I. (1923). Sovremennoe pochvovedenie, ego prakticheskoe prilozhenie I voprosy organizatsii [Modern soil science, its practical application and organization], *Otchet № 19 o deiatel'nosti Komissii po izucheniiu estestvennykh proizvoditel'nykh sil Rossii* [Report No. 19 on the activities of the commission for the study of the natural productive forces of Russia] (pp. 35–39), Petrograd.

Ramensky L.G. (1910). *O sravnitel'nom metode ėkologicheskogo izucheniia rastitel'nykh soobshchestv. Dnevnik XII s'ezda russkikh estestvoispytatelei i vracheĭ. Otdel II* [On the comparative method of ecological study of plant communities. Diary of the XII Congress of Russian naturalists and physicians. Division II] (pp. 389–390), Moscow.

Ramensky L.G. (1926). Problemy klassifikatsii i ékologicheskogo izucheniia pochv v geobotanicheskoi perspektive [The problems of classification and ecological study of soils in a geobotanical perspective], *Biul. pochvoveda* [Soil scientist bulletin], 1, 18–20.

Ramensky L.G. (1929). K metodike sravnitel'noi obrabotki i sistematizatsii spiskov rastitel'nosti i drugikh ob'ektov, opredliaemykh neskol'kimi neskhodno deistvuiushchimi faktorami [On the methodology of comparative processing and systematization of lists of vegetation and other objects determined by several dissimilarly acting factors], *Trudy soveshchanii po voprosam lugovedeniia i opytnogo lugovodstva* [Proceedings of meetings on meadow studies and experimental meadow farming], (Vol. 2, pp. 11–36), Dmitrov.

Ramensky L.G. (1930). Zur Methodik der vergleichenden Bearbeitung und Ordnung von Pflanzenlisten und anderen Objecten, die durch mehrere, verschiedenartig wirkende Faktoren bestimmt werden, *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, 18 (2), 269–304.

Ramensky L.G. (1935). O printsipial'nykh ustanovkakh, osnovnykh poniatiiakh i terminakh proizvodstvennoi tipologii zemel', geobotaniki i ékologii [On the basic principles, basic concepts and terms of the production typology of land, geobotany and ecology], *Sovetskaiia botanika* [Soviet botany], 4, 25–42.

Ramensky L.G. (1936). Printsipial'nye i metodicheskie predposylki kompleksnogo pochvenno-geobotanicheskogo issledovaniia zemel' [Fundamental and methodological background of the complex soil-geobotanical studies of land], *Pochvovedenie* [Soil science], 5, 693–718.

Ramensky L.G. (1938). *Vvedenie v kompleksnoe pochvenno-geobotanicheskoe issledovanie zemel'* [Introduction to a comprehensive soil-geobotanical study of land], Moscow: Sel'khozgiz.

Ramensky L.G. (1971). Problemy i metody izucheniia rastitel'nogo pokrova. Izbr. raboty [Problems and methods of studying vegetation. Selected works], Leningrad: Nauka.

Ramensky L.G., Tsatsenkin I.A., Chizhikov O.N., Antipin N.A. (1956). Ékologicheskaiia otsenka kormovykh ugodii po rastitel'nomu pokrovu [Ecological evaluation of the fodder lands by vegetation cover], Moscow: Sel'khozgiz.

Rode A.A. (1963). *Vodnyi rezhim pochv i ego regulirovanie* [Soil moisture regime and its regulation], Moscow: Izd-vo ANSSSR.

Rozhkov V.A. (2011). Formal'nyi apparat klassifikatsii pochv [The formal apparatus of soil classification], *Pochvovedenie* [Soil science], 12, 1411–1424.

Rozhkov V.A. (2012). Klassifologiya i klassifikatsiia pochv [Classifiology and classification of soils], *Pochvovedenie* [Soil science], 3, 259–269.

Rozhkov V.A. (2014). Dualizm osnovnykh ponatii klassifikatsii pochv [The dualism of the basic concepts of soil classification], *Pochvovedenie* [Soil science], 1, 3–11.

Rozhkov V.A. (2016). Kontseptsiiia generatora (mashiny) klassifikatsii pochv [The concept of a generator (machine) of soil classifications], *Biul. Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva* [Bulletin of the V.V. Dokuchaev's soil Institute], 85, 115–130.

Rozhkov V.A. (2018). O probleme predstavitel'nogo profilia [On the problem of a representative profile], *Biul. Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva* [Bulletin of the V.V. Dokuchaev's soil Institute], 93, 3–20.

Rozhkov V.A., Rozhkova S.V. (1993). *Pochvennaia informatika* [Soil Informatics], Moscow: Isd-vo MGU.

Rozhkov V.A., Rozhkova S.V., Kravets P.V., Koniushkov D.E. (2015). INFOSOIL — Informatsionno-spravochnaia Sistema po klassifikatsii i raspoznavaniu pochv Rossii [INFOSOIL — Information system for the classification and recognition of soil in Russia], *Biul. Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva* [Bulletin of the V.V. Dokuchaev's soil Institute], 79, 3–22.

Shitikov V.K., Zinchenko T.D. (2019). Mnogomernyi statisticheskii analiz ékologicheskikh soobshchestv (obzor) [Multivariate statistical analysis of ecological communities (review)], *Teoreticheskie problemy ékologii* [Theoretical problems of ecology], 1, 5–11.

Sokolov I.A. (2004). *Teoreticheskie problem geneticheskogo pochvovedeniia* [The theoretical problems of genetic soil science], Novosibirsk: Gumanitarnye tekhnologii.

Sokolov I.A., Targulyan V.O. (1976). Vzaimodeistvie pochvy i sredy: pochva-pamiat' o pochva-moment [The interaction of soil and environment: soil-memory and soil-moment], *Izuchenie I osvoenie prirodnoi sredy* [Study and development of the natural environment] (pp. 150–164), Moscow: Nauka.

Targulyan V.O., Goryachkin S.V. (eds.) (2008). *Pamiat' pochv. Pochva kak pamiat' biosferno-geosferno-antroposfernykh vsaimodeistvii* [The soil memory. Soil as a memory of biosphere-geosphere-anthroposphere interactions], Moscow: Izd-vo LKI.

Vilensky D.G. (1958). *Istoriia pochvovedeniia v Rossii* [History of soil science in Russia], Moscow: Sovetskaia nauka.

Volobuev V.R. (1963). *Ėkologiia pochv* [Soil ecology], Baku: Izd-vo Akademii nauk SSR.

Wilson J.B., Agnew A.D.Q., Roxburgh S.H. (2019). *The nature of plant communities*, NY: Cambridge University Press.

Zonn S.V. (1999). *Istoriia pochvovedeniia Rossii v XX veke (neizvestnye i zabytye stranitsy). Chast' 2* [The history of soil science in Russia in the XX century (unknown and forgotten pages). Part 2], Moscow: Ėdel-M.