

УТВЕРЖДАЮ

И. о. ректора Иркутского государственного
университета академик РАН, доктор
технических наук, профессор



И. В. Бычков

« 31 » мая 2018 г.

Отзыв ведущей организации

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет» на диссертацию Раудиной Татьяны Валериевны «Состав и свойства жидкой фазы торфяных почв криолитозоны Западной Сибири», представленную на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.13 – Почвоведение в диссертационный совет Д 212.267.09, созданный на базе Национального исследовательского Томского государственного университета

Диссертация Т. В. Раудиной выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» на кафедре почвоведения и экологии почв.

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, приложения и списка литературы, содержащего 397 источников, 132 из которых – на иностранном языке. Объём работы составляет 186 страниц, текст диссертации включает 15 таблиц и 32 рисунка.

Во Введении традиционно представлены актуальность, цель, задачи, новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, отмечены личный вклад автора и достоверность результатов, указаны апробация, структура и объём работы, публикации, сформулированы защищаемые положения.

Актуальность диссертационной работы Т. В. Раудиной заключается в том, что она посвящена изучению такого феномена, как болотные системы

Западной Сибири, которые, являясь перераспределителями потоков растворённых веществ и элементов, определяют их миграцию, что влияет на химические и физико-химические свойства почв, гидрохимические параметры водоёмов региона и в целом на регуляцию глобального климата. При наблюдаемом и прогнозируемом потеплении климата объёмы выносимых элементов могут существенно измениться, что может быть особенно характерным для наиболее уязвимых бореальных и субарктических регионов зоны многолетней мерзлоты северного полушария. При этом сведения о химическом составе жидкой фазы почв болотных систем Западной Сибири, немногочисленны, что, как справедливо замечено диссертантом, вызывает затруднение при прогнозировании изменения потоков химических элементов из болотных систем в водные объекты, динамики их химического состава. Данные о составе и свойствах жидкой фазы торфяных почв могут стать важной составляющей биогеохимического мониторинга окружающей среды.

Новизной исследования является то, что автором впервые для торфяных почв криолитозоны Западной Сибири установлена широтная вариабельность распределения химических элементов и некоторых других показателей в их жидкой фазе на примере широтной трансекты (640 км), охватывающей территорию тундры, лесотундры и северной тайги, а также зоны сплошного, прерывистого и спорадического распространения многолетнемёрзлых пород.

Полученные в ходе исследования данные химического состава и свойств жидкой фазы торфяных почв, в зависимости от формы болотного микрорельефа и широтного положения участка, показали их существенные различия, зависящие от способа получения почвенных растворов и верховодок из торфяных почв.

Новым является то, что автором получены интересные, оригинальные сведения о содержании органического углерода, элементного состава торфяных почв болотного микрорельефа, особенностей профильного распределения. Определение количественных характеристик и степени их подвижности позволило диссертанту выявить активную миграционную способность ряда элементов по профилю почв.

Теоретическая и практическая значимость состоит в том, что полученные в ходе исследования данные в значительной степени дополняют

и расширяют знания о развитии и функционировании торфяных почв в условиях криолитозоны Западной Сибири, что является заметным научным вкладом в познание особенностей условий и процессов почвообразования региона. Выявленные автором тренды изменения химического состава и свойств почв, их жидкой фазы показывают степень их трансформации в пределах мёрзлых заболоченных водосборов при различных сценариях вариаций климата, изменениях окружающей среды. Результаты исследования показали, что при оценке данных о почвенных водах необходимо учитывать метод отбора проб жидкой фазы торфяных почв.

Без сомнения, достоинством работы является наличие системного подхода в проведении данного научного исследования. В основу работы заложены принципы теоретической экологии почв, элементы картографического и статистического методов. Методологическую базу исследования составили сравнительно-географический, морфолого-генетический, сравнительно-аналитический и полевой методы почвоведения.

В практическом смысле количественные параметры содержания и распределения элементов в почвах и их жидкой фазе могут использоваться при организации биогеохимического мониторинга и оценки экологического состояния почв, а также в целом для разработки стратегии природопользования в Арктике. Они необходимы при планировании способов освоения заболоченных водосборов криолитозоны.

Полученные данные могут быть привлечены при разработке лекционных и практических курсов в процессе подготовки специалистов профильного направления.

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обусловлена большим объёмом проработанного материала и использованием современных аналитических и инструментальных приёмов и методов исследования. Применение методов корреляционного анализа, приёмов описательной и непараметрической статистики, без сомнения, придаёт бóльшую достоверность и репрезентативность полученным результатам.

Для характеристики зависимостей построены линии тренда, рассчитаны регрессионные уравнения, определены коэффициенты детерминации. Графические построения выполнены с помощью программы MS Excel 2010,

STATISTICA 8.0. и с использованием графического пакета Grapher 11, CorelDRAW X7.

Достоверность исследований подкрепляется 32 рисунками и 15 таблицами; 16 печатными работами публикациями автора, в том числе 6 публикациями в рецензируемых журналах из Перечня изданий, рекомендованных ВАК, баз Scopus / WoS; апробацией работы, выраженной в выступлениях автора и обсуждениях их результатов на научных конференциях и школах различного уровня в России (Москва, Санкт-Петербург, Томск, Новосибирск, Ханты-Мансийск), ближнем и дальнем зарубежье (Монреаль (Канада), Одесса (Украина), Абиско (Швеция)).

Содержание работы:

Глава 1 «Гидрохимическая изученность торфяных почв севера Западной Сибири», занимающая стр. 9–14, посвящена литературному обзору, где рассматриваются достижения отечественных и зарубежных специалистов в области изучения болотных систем Западной Сибири, с акцентом на исследование торфяных почв. Автором приводятся различные аспекты значения жидкой фазы почв, в том числе делается акцент на её роли в формировании гидрохимического стока. При этом диссертант вполне обоснованно указывает на недостаточность исследований, касающихся жидкой фазы почв (в том числе торфяных) зоны многолетней мерзлоты.

В главе 2 «Природные условия района исследований» (стр. 15–35) приведена подробная характеристика природных условий района исследования – широтной трансекты (640 км), охватывающей территорию тундры, лесотундры и северной тайги севера Западной Сибири. На основе проведенного анализа сочетания факторов почвообразования автором выделены главные из них, а именно равнинность, слабая дренированность, избыточное увлажнение и многолетняя мерзлота, оказывающие непосредственное влияние на формирование почвенного покрова и определяющие широкое развитие процессов заболачивания на севере Западной Сибири.

В главе 3 «Объекты и методы исследований» (стр. 36–52) приводится подробное описание закладки почвенных разрезов и отбора проб жидкой фазы торфяных почв 5 ключевых участков, где отображены географические координаты заложения разрезов; даны названия почв по Классификации 2004 года и WRB 2014, update 2015; изображена почвенно-мерзлотная схема

расположения изученных типов почв. Приведено морфологическое описание каждого горизонта профиля исследуемых почв, иллюстрируемое красочными фотографиями ландшафтов и почвенных разрезов. В подразделе «Методы» автором очень уместно рассматриваются понятия «жидкая фаза почв», «надмерзлотные почвенные верховодки», «почвенный раствор», различные методы их определения. При этом указывается на необходимость учета цели исследования, а также природных условий территории исследования при их выборе, что явилось обоснованием использования нескольких способов при отборе жидкой фазы почв с целью их сравнения и выбора наиболее оптимального. Детально описываются способы отбора образцов растворов, верховодок и почв, что является важным и особо ценным, так как от качества проведенных полевых исследований зависит выстраивание дальнейшей работы и, соответственно, получение тех или иных результатов и выводов. Приводится подробное описание методики лабораторных анализов исследования, основная часть которых была проведена в лаборатории GET (Тулуза, Франция), что отражает международный уровень проведенных исследований.

В главе 4 «Характеристика торфяных почв и их жидкой фазы» на стр. 53–107 значительное место уделено исследованиям особенностей формирования, составу и свойствам торфяных олиготрофных (мерзлотных) почв (Классификация и диагностика..., 2004), занимающих внушительную долю в структуре почвенного покрова региона. Достоинством работы является то, что диссертантом исследуемые почвы называются и по Международной классификации WRB (2014), согласно которой они представлены Histosols.

Данные по составу и свойствам торфяных почв интересны тем, что автором обнаружены заметные их различия по элементам микрорельефа на повышениях (бугор / полигон) и понижениях (мочажины / трещины). Для повышенных оказалась характерной большая обогаченность органическим углеродом, по сравнению с пониженными, и нарастание его количества с глубиной. При этом по содержанию обменных форм элементов, гидролитической кислотности и степени насыщенности оснований существенных различий между почвами бугров / полигонов и мочажин / трещин не наблюдается. Полученные результаты согласуются с данными ранее проведенных исследований (Добровольский, 1983; Инишева

и др., 1991; Инишева, Цибуков, 1999; Московченко, 2006), согласно которым, характерной особенностью торфяных почв Западной Сибири являются повышенные концентрации Mn, Cr, Co, превосходящие содержание в почвах сопредельных территорий. Автором также выявлено, что для элементного состава исследуемых почв наблюдается высокая степень внутрипрофильного варьирования концентраций ряда элементов.

В целом, автором доказано, что основные химические, физико-химические свойства, элементный состав исследуемых почв связаны с условиями их формирования в различных формах болотного микрорельефа. Они обусловлены, прежде всего, разнообразием растений-торфообразователей, слагающих профиль почв, влиянием в ряде случаев нижележащих минеральных горизонтов, а также кислой восстановительной обстановкой, приводящей как к активной миграции, так и накоплению в торфе ряда элементов. При этом наличие мерзлоты становится определенным барьером на пути миграции элементов.

Изучение почвенных растворов и верховодки в зависимости от способов выделения позволило автору показать, что вакуумная фильтрация дает представление о составе более связанных форм почвенной влаги по сравнению с верховодками, а отбор последних оказался менее затратен и более идентичен составу вод, участвующих в формировании стока. Полученные результаты послужили основанием для выбора метода вакуумной фильтрации для изучения внутрипрофильной неоднородности и самоизливания, установления пространственной variability химического состава жидкой фазы торфяных почв.

Автором установлено, что почвенные растворы и верховодка на буграх / полигонах отличаются малой общей минерализацией, низким содержанием хлор- и сульфат-ионов. В них наблюдается дефицит растворенного в них кислорода на фоне повышенного содержания углекислого газа. Они обладают высокой цветностью, кислой реакцией среды и повышенным содержанием растворимого органического углерода (POУ), по сравнению с растворами мочажин. Значения $SUVA_{280nm}$ в верховодках оказались несколько выше, чем в почвенных растворах, что свидетельствует о большей их насыщенности гумусовыми кислотами, увеличении ароматичности органического вещества.

В элементном составе верховодок более существенные различия отмечены между бугром / полигоном и мочажиной, что может быть связано с адсорбцией РОУ минеральными горизонтами. Автор предполагает, что поведение РОУ можно объяснить временем пребывания воды в торфе, а также путями её миграции. Более короткое время пребывания воды в мочажинах и, соответственно, более высокий сток и гидравлическая проводимость отрицательных форм по сравнению с положительными, объясняет преобладание РОУ в водах бугров по сравнению с мочажинами / просадками. При этом криоконцентрация растворенных веществ при замораживании почвенной воды намного сильнее выражена на буграх, чем в мочажинах, в результате более низких температур первых.

Проведенные исследования показали, что многие элементы и РОУ в почвенных растворах и верховодках демонстрируют значительные различия в содержании между различными формами микрорельефа. Их концентрации оказались выше на буграх / полигонах относительно мочажин / просадок, тогда как другие элементы не проявили существенной разницы в зависимости от микрорельефа. Верховодки иногда были более концентрированы по сравнению с почвенными растворами, что обусловлено различной степенью связи жидкой фазы с удельной поверхностью почвенной толщи и интенсивностью водообмена.

Для количественной оценки подвижности элементов автором использован коэффициент геохимической подвижности (K_n), который рассчитывается как отношение содержания элемента в растворах к содержанию элемента в почве, дренируемой этими водами. Автором выявлено, что большинство подвижных форм элементов преобладает в торфяном профиле почв по сравнению с их водной составляющей. Такое распределение может объясняться свойствами растительности и торфов, которые в данной геохимической обстановке служат своеобразным биогеохимическим барьером на пути миграции многих химических элементов и активно избирательно поглощают их, тем самым препятствуя накоплению в почвенных растворах. В то же время ряд металлов ведут себя как подвижные мигранты, что связано с их повышенной растворимостью в кислой и восстановительной обстановке и водно-физическими свойствами деятельного слоя торфяных почв. В результате происходит высвобождение

элементов, образование комплексных соединений с органическим веществом и их вовлечение в миграционные потоки.

В главе 5 «Широтное распределение химического состава жидкой фазы» на стр. 108–121 автором установлено, что состав растворов и верховодок торфяных почв довольно специфичен и отличается от других поверхностных, подземных вод. Он варьирует не только в зависимости от типа болотной микроформы внутри болотного массива и глубины почвенного профиля, но и вдоль рассматриваемого широтного градиента. Об этом свидетельствует статистический U-критерий Манна–Уитни, который показал значимую разницу концентраций некоторых элементов между различными ключевыми участками с учетом болотной микроформы.

Диссертантом доказано, что большинство элементов в почвенных растворах и верховодках имеют повышенные концентрации на северных участках по сравнению с южными. Для некоторых элементов (Na, Cl, SO₄, Cs, B, Li, W, Rb) выявлен довольно постоянный или уменьшающийся на север тренд концентраций, что исключает возможность влияния морского атмосферного осаднения на состав жидкой фазы. Помимо этого, в зоне непрерывной мерзлоты почвенные воды остаются в течение длительного времени в замороженном состоянии, и в теплое время года в меньшей степени заменяются другими водами (снеговыми, дождевыми). В результате, в зоне непрерывных многолетнемерзлых пород почвенные растворы и верховодки имеют наибольшее время пребывания в профиле почв.

Автором сделан вывод о том, что в северных регионах наблюдается более длительный контакт между слоями торфа и водой, мигрирующей в латеральном и вертикальном направлении, тогда как на юге она довольно быстро передвигается с внутрпочвенным и поверхностным стоком. По мере увеличения роли многолетней мерзлоты, уменьшения средней температуры, мощности сезонно-талого слоя к северу не наблюдается снижение интенсивности мобилизации растворимых органических веществ, металлов из почв и растительности в растворы и верховодки. Диссертант предполагает, что влияние температуры, мощности деятельного слоя имеет вторичное значение относительно времени нахождения воды в торфе различной плотности и состава.

В заключении и выводах работы подводятся основные итоги проведенного исследования.

По существу работы следует отметить следующее:

Приведённый в диссертации объём исследований весьма обширен и в достаточной степени раскрывает поставленные цель и задачи исследования. Автором проработаны многочисленные литературные источники, третью часть которых составляют зарубежные публикации, привлечены современные и классические методы аналитического и математического исследования, что, без сомнения, является достоинством диссертации и делает её теоретически значимой.

Интересен набор параметров и способов определения почвенных растворов и верховодки торфяных почв севера Западной Сибири с целью установления особенностей формирования и закономерностей распределения химического состава жидкой фазы торфяных почв в различных типах болот криолитозоны Западной Сибири.

Список цитируемых источников приведен с достаточной полнотой и вполне корректно.

Автореферат изложен лаконично и соответствует содержанию диссертации.

В целом, *степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций* выражается в соответствии основному содержанию работы и отвечает поставленным задачам, а также подтверждается методологической основой исследования.

По содержанию и оформлению работы есть несколько замечаний:

1. Защищаемые положения диссертации следовало бы расширить, указав на то, что элементы и вещества могут не только приобретать, но и терять миграционную способность.

2. Из результатов исследования следует, что основные различия химических и физико-химических свойств почв, почвенных растворов и верховодок, их элементный, вещественный состав, содержание зависят от условий их формирования в среде неоднородного болотного микрорельефа, представленного микроформами: бугор / полигон – мочажина / просадка, что могло быть представлено в виде защищаемого положения.

3. Считаю, что некоторые выводы диссертации следовало бы усилить информацией. Так, в первом выводе целесообразно было бы пояснить и обосновать, как разнообразие и изменение природных условий

почвообразования при продвижении на север, сказывается на содержании и миграционной способности элементов и веществ в исследуемых почвах.

4. Во втором выводе было бы уместным указать причину значительной неравномерности распределения химических элементов по профилю исследуемых почв в пределах различных типов болотных микроформ.

5. В третьем выводе требуется объяснение, по каким параметрам торфяные олиготрофные мерзлотные почвы повышенных элементов микрорельефа (бугры / полигоны) по химическому составу отличаются от торфяных почв, занимающих подчиненное положение (мочажины, трещины).

Заключение. Перечисленные замечания ни в коей мере не умаляют достоинства, без сомнения, очень интересной, выполненной на достаточно высоком научном, методическом и методологическом уровне работы Т. В. Раудиной. Она оставляет очень хорошее впечатление многоплановостью и обширностью выполненного исследования, грамотностью и логичностью изложения, легко читается. Особо хочется отметить качественное оформление, как самой диссертационной работы, так и автореферата, иллюстрированных фотографиями, цветными рисунками, диаграммами.

В целом диссертационная работа Раудиной Т. В. представляет собой самостоятельно выполненное, законченное научное исследование, в котором получены новые и оригинальные сведения об особенностях формирования и закономерностей распределения химического состава жидкой фазы торфяных почв в различных типах болот криолитозоны Западной Сибири.

Сказанное позволяет заключить, что диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 28 августа 2017 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Раудина Татьяна Валериевна – заслуживает присуждения учёной степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.13 – Почвоведение.

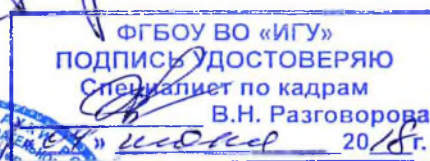
Отзыв на диссертационную работу Раудиной Татьяны Валериевны «Состав и свойства жидкой фазы торфяных почв криолитозоны Западной Сибири» подготовлен заведующим кафедрой почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ, кандидатом биологических наук (03.00.27 –

Почвоведение), доцентом Граниной Натальей Ивановной и доцентом кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ, кандидатом биологических наук (03.00.16 – Экология), доцентом Козловой Аллой Афонасьевной, обсужден и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации на заседании кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ 28 мая 2018 года (протокол № 10).

Заведующий кафедрой почвоведения
и оценки земельных ресурсов ИГУ,
кандидат биологических наук,
доцент

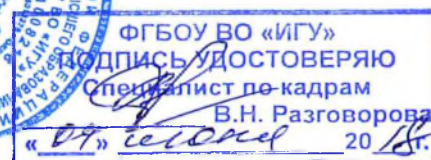
Н. И. Гранина

Доцент кафедры почвоведения
и оценки земельных ресурсов ИГУ,
кандидат биологических наук,
доцент



А. А. Козлова

04.06.2018



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО ИГУ):

Адрес: 664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1;
тел.: (3952) 521-900; электронный адрес: rector@isu.ru;
адрес официального сайта: <https://isu.ru>

Кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов:

Адрес: 664011, г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5;
Биолого-почвенный факультет ИГУ, ауд. 108;
тел.: +7 (395) 224-18-70 (доп. 105);
электронный адрес: kaf_soil@mail.ru