

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор федерального государственного
бюджетного научного учреждения

Федеральный исследовательский центр
«Почвенный институт имени В.В. Докучаева»

д.б.н., академик

А.Л. Иванов



« 23 » декабря 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», на диссертацию Пахорукова Ивана Владимировича «Развитие солончакового процесса в почвах долин малых рек Прикамья в связи с производством калийных солей», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.19 – почвоведение, в диссертационный совет 24.1.094.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук».

Актуальность темы диссертационной работы Пахорукова Ивана Владимировича определяется несколькими аспектами, важными, как с научной, так и с практической точки зрения. Процесс засоления развит в основном в аридных и семиаридных южных регионах мира. В гумидной таежной зоне он встречается редко и локально. Как природный процесс, засоление почв связано с засоленными породами, минерализованными грунтовыми, подземными, реже с поверхностными водами. Широкое распространение в мире получили и процессы вторичного засоления почв, связанные с антропогенным воздействием человека, в первую очередь – с орошением. Вместе с тем, немалую роль во вторичном засолении ландшафтов оказывает техногенное засоление, возникающее при поиске и добыче нефти, вокруг хвостохранилищ отходов от производства удобрений, добычи и производства соли, использовании в городах соли в качестве противогололедных

средств и др. Этим процессам в последние десятилетия стали уделять больше внимания в связи с возрастающим техногенным влиянием на окружающую среду. Для Пермского края, в экономике которого важную роль играет разработка Верхнекамского месторождения солей и связанных с ней разных предприятий по переработке солей, эти процессы имеют особое значение. Накопившиеся твердые отходы от производства калийных удобрений и утечки рассолов из шламохранилищ ПАО «Уралкалий» являются техногенными источниками легкорастворимых солей, поступающими в грунтовые и речные воды и почвы региона. Подробное изучения их влияния на окружающую среду актуально.

Научная новизна исследования.

В диссертации систематизирована характеристика солевого и кислотно-щелочного состояния вторично засоленных аллювиальных солончаковых почв и солончаков долин малых рек Пермского края на территории Верхнекамского месторождения солей.

На фоне общей тенденции накопления легкорастворимых солей в почвенном профиле исходно незасоленных аллювиальных гумусово-глеевых почв при увеличении минерализации грунтовых вод, подпитываемых рассолами из солеотвалов и шламохранилищ ПАО «Уралкалий», установлено разнообразие химического состава солей, неоднозначное изменение кислотно-щелочных свойств почв, локальное накопление карбонатов и/или гипса.

Экспериментально зарегистрировано формирование техногенно сильнозасоленных почв калиево-натриевого и натриево-калиевого химизма как результат разработки месторождения калийных солей. В составе обменных катионов таких почв отмечено аномально высокая доля калия (37-73% от ЕКО), не встречающаяся в природных условиях.

Краткосрочными режимными наблюдениями полевой влажности, рН и окислительно-восстановительного потенциала в техногенно засоленных аллювиальных почвах обоснована возможность текущего осуществления в них процессов сульфатредукции, образования сульфидов железа, а при возникновении сезонных окислительных условий – развитие очень сильно кислой реакции среды.

Получена первичная приблизительная оценка площади техногенно засоленных аллювиальных почв на ключевых участках долин двух малых рек Пермского края в зоне влияния солеотвалов и шламохранилищ ПАО «Уралкалий».

Достоверность и обоснованность результатов исследования. Автор проводил исследования в течении 6 лет, принимая непосредственное участие в полевых работах, лабораторных исследованиях, обработке и анализе полученных данных. Работы проводились в долинах 4 малых рек Прикамья, в зонах влияния минерализованных вод от солеотвалов, шламохранилищ, рассолоподъемных скважин разных лет эксплуатации. Используются адекватные поставленным задачам методы определения свойств почв, обеспечившие выявление разнообразия вторично засоленных почв на исследуемой территории. Результаты работ опубликованы в шести статьях, доложены и опубликованы в материалах 10 конференций.

Практическая и теоретическая значимость работы.

Рецензируемая диссертационная работа И. В. Пахорукова является логическим продолжением комплексного направления исследования влияния последствий разработки Верхнекамского месторождения солей на почвы и окружающую природную среду, которое возглавляет профессор О.З. Еремченко. В монографии (Еремченко О.З., Четина О.А., Кусакина М.Г., Шестаков И.Е. Техногенные поверхностные образования зоны солеотвалов и адаптация к ним растений: монография Пермского госуд. национ. исслед. ун-та. Пермь, 2013. 148 с.) в предыдущее десятилетие были систематизированы сведения непосредственно о территориях солеотвалов. В рецензируемой работе исследованы последствия поступления рассолов в прилегающие к солеотвалам и шламохранилищам территории.

Результаты систематизации характеристик солевого и кислотно-щелочного состояния вторично засоленных аллювиальных солончаковых почв и солончаков долин малых рек Пермского края на территории Верхнекамского месторождения солей и первичная оценка площади распространения таких почв имеют практическое значение, являясь примером оценки загрязнения окружающей среды, которое

продолжается столетия в местах солеварниц и десятки лет в местах добычи калийных солей.

Полученные автором диссертации данные о сильноокислых техногенно засоленных почвах и разнообразии химического состава засоленных аллювиальных почв полезны для совершенствования методических подходов оценки развития вторичного засоления, обусловленного техногенными причинами и источниками солей.

Объем и структура работы.

Работа состоит из введения, трех глав, выводов, списка литературы (184 источника, из них 49 на иностранных языках) и 12 приложений. Общий объем работы 192 страницы, из них основной текст работы занимает 154 страницы. Работа проиллюстрирована 47 рисунками и 10 таблицами, в приложении дополнительно приведено 3 рисунка и 9 таблиц.

Общая характеристика работы.

Во **введении** приведена актуальность, цель и задачи исследования, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, защищаемые положения, степень достоверности результатов исследования и личный вклад автора. Работа была апробирована на 12 региональных, всероссийских и международных конференциях.

Первая глава является обзором литературы по генезису, свойствам и классификации засоленных почв, аллювиальных почв и кислых сульфатных почв. Обзор краткий, основан на наиболее известных монографиях и статьях по указанным темам. В заключении обзора диссертант обращает внимание на недостаточность сведений о техногенно вторично засоленных аллювиальных почвах Пермского края.

Во второй главе рассмотрены природные и техногенные факторы почвообразования территории исследования, объекты и методы исследования. Автор диссертации анализирует среднегодовые климатические характеристики района исследований по данным многолетних наблюдений метеостанции Березняки и сравнивает их с показателями периода исследований (2018-2022 гг.). Дано общее представление о рельефе и геологическом строении территории, более детально – о Верхнекамском месторождении солей, включающем слои каменной соли, сильвинитов и карналлитовой породы. Отмечена высокая минерализация грунтовых

вод на территории, подверженной влиянию складирования отходов соледобычи и производства калийных удобрений.

Общая информация о почвах и почвообразующих породах представлена по монографии Н.Я. Коротаева, Почвенной карте Пермского края М 1:2.5 млн. и базе геоданных о почвах Пермского края (Филькин и др., 2014).

Приведены карты положения 21 почвенного разреза, свойства почв которых обсуждаются в диссертации. Разрезы сгруппированы в ключевые участки, расположенные в долинах малых рек Усолка, Быгель, Черная, Ленва в зоне влияния древних рассолоподъемных скважин, солеотвалов и шламохранилищ. Принцип заложения разрезов специально не обсуждается.

Для анализа фоновых аллювиальных незасоленных почв в Добрянском районе было заложено 2 разреза в поймах рек Нижний Лух и Большой Висим за пределами влияния территорий добычи и промышленной переработки солей. Их положение не указано. Потенциальное сходство с исходными аллювиальными почвами долин рек в зоне влияния техногенных солевых растворов не обсуждается.

Приведен перечень методов определения состава вод и свойств почв: состава водных вытяжек 1:5, рН, содержания органического углерода, гидролитической кислотности, состава обменных катионов, емкости катионного обмена, содержания карбонатов, гипса, влажности, окислительно-восстановительного потенциала. Участки проведения полевых режимных измерений влажности, рН и Eh не указаны. Из раздела 3.4 далее по тексту ясно только, что измерения проводились на «контрольных участках» в долинах рек Черная и Ленва. Возле каких разрезов в долине Черной выполнены режимные наблюдения не указано ни в главе 2, ни в разделе 3.4. О положении контрольных участков возле разрезов 18 и 19 в долине Ленвы становится ясно только в середине изложения результатов измерений в разделе 3.4.

Отмечено, что контуры солончаковых почв выделялись по космическим снимкам на основе визуального дешифрирования и полевых проверок. В чем заключалась полевая проверка выделения контуров не указано.

Третья глава «Развитие солончакового почвообразования в аллювиальных почвах» является основной. Глава включает 7 разделов.

В трех разделах изложены результаты исследования почвенных разрезов на ключевых участках, представляющих собой участки долин малых рек. Описание почв каждого участка сделано по единой схеме: морфологическое описание профиля, фото почвенного профиля, двусторонние солевые графики вертикального распределения солей по данным водной вытяжки, общие свойства почв (рН, органический углерод, состав обменных катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , H^+ , Al^{3+}), емкость катионного обмена, содержание карбонатов, гипса, название почв до вида по классификации почв России (2004) и по международной классификации WRB (2022).

Начинается глава (*раздел 3.1*) характеристикой фоновых аллювиальных почв, формирующихся за пределами Верхнекамского месторождения солей.

В *разделе 3.2* рассматривается ионно-солевой состав поверхностных и подземных вод, формирующихся под влиянием отходов отвально-шламового производства. Определена минерализация и состав поверхностных и почвенно-грунтовых вод долин рек Быгель, Черная, Ленва. Показано, что в составе вод в долинах рек Быгель и Ленва преобладает хлоридный калиево-натриевый химизм.

Раздел 3.3 посвящен характеристике техногенно засоленных аллювиальных почв в долинах рек Быгель, Черная и Ленва.

В долине р. Быгель установлено преобладание хлоридов натрия и калия. Отмечен факт преобладания иона калия в составе почвенного поглощающего комплекса. Это результат техногенного поступления растворов с высокой долей калия среди катионов. Степень засоления возрастает вниз по профилю почв от слабой или сильной до очень сильной.

В долине р. Черная на фоне хлоридных солей появляются сульфаты. В результате засоление становится сульфатно-хлоридным, а в нижних частях двух профилей (р. 11 и 12) сульфаты даже доминируют при средней степени засоления. Отмечается, что в аллювиальных почвах этой долины произошло накопление карбонатов (до 14%) и гипса (до 6%).

Техногенно засоленные почвы в долине р. Ленва разделены на две подгруппы по насыщенности основаниями и величине рН. Показано, что на фоне преобладания хлоридного, реже сульфатно-хлоридного засоления по анионам, существует разнообразие химизма солей по катионам. Среди катионов натрия не всегда доминирует, в ряде разрезов на первое место выходят магний и кальций (разр. 14, 17,

18), или калий – в верхнем горизонте р. 16 (корка). Своеобразные свойства возникли в аллювиальных ненасыщенных почвах долины Ленвы: рН менее 3.5, что сопровождается отсутствием титруемой щелочности в водной вытяжке, наличием гипса и хлоридным магниево-кальциевым засолением при подчиненном содержании натрия, калия и сульфатов.

В *разделе 3.4* обсуждаются результаты изучения динамики полевой влажности, показателей рН и Eh в насыщенных и ненасыщенных почвах в течение 3 месяцев в летний период 2022 г. На их основе сделано обоснованное заключение о наличии хорошо выраженных в современных условиях развития восстановительных процессов в глеевом горизонте с нейтральной реакцией среды, в результате которых возможно осуществление сульфатредукции и формирование сульфидов железа. Полученные данные о ярко выраженных окислительных условиях в ненасыщенных аллювиальных сильно засоленных почвах с очень кислой реакцией среды дают основание к выводу об окислении в текущее время ранее образовавшихся сульфидов железа, что и стало причиной развития очень кислой реакции среды ($pH < 3$).

В *разделе 3.5* автор диссертации оценивает границы распространения засоления почв в долинах малых рек на основе визуального дешифрирования космических летних снимков в период после 2011-2015 гг. Из описания использованных дешифровочных признаков следует, что полевая проверка сводилась к оценке состояния растительности в период 2018-2022 гг. Солевое состояние почв определяли только в опорных разрезах, представленных в предыдущих разделах диссертации. Приведены карты солончаковых почв и солончаков для исследованных участков долин рек Черная и Ленва. На основе результатов дешифрирования космических снимков сделан вывод о расширении площади техногенно засоленных аллювиальных почв в последнее десятилетие.

Раздел 3.6 посвящен изучению засоления почв возле рассолоподъемных скважин в долине р. Усолка, испытывающих антропогенное поступление солей с XVI века и находящихся вне зоны влияния месторождения калийных солей. Химизм засоления этих почв сульфатно-хлоридный натриевый, степень засоления от средней до очень сильной. Почвы слабощелочные, карбонатные, содержат гипс, с содержанием обменного натрия более 30% от ЕКО. В связи с обычным диапазоном концентрации ионов калия в техногенных водах данного участка, характерном для

природных вод, в техногенно загрязненных почвах содержание калия в водной вытяжке и в составе обменных катионов не отличается от его содержания в естественных почвах.

В *разделе 3.7* обсуждается классификационное положение техногенно засоленных почв. Отмечено, что в международной классификации почв WRB имеются квалификаторы Salic (наличие легкорастворимых солей), Chloridic (хлоридный тип засоления), Gypsic (присутствие гипса), Thionic (сильно кислые сульфатные горизонты), Sodіc (содержание обменного натрия >15%). В диссертации предлагается ввести в WRB дополнительные квалификаторы, отражающие техногенный характер возникновения ряда свойств засоленных почв. Это сделано в виде сложносоставного термина с добавлением к упомянутым выше квалификаторам второй части – technic. В качестве примера в разделе приведены предлагаемые автором новые названия для отдельных разрезов. Диагностика квалификаторов, предлагаемых автором, не представлена, что не соответствует процедуре введения новых квалификаторов в WRB и делает невозможным их применение.

В заключении диссертации сделано **5 выводов** (с. 153-154). Из них выводы 1, 2, 4 и 5 основаны на экспериментальных данных, обоснованы и достоверны. Вывод 3 не в полной мере соответствует данным.

Таким образом, работы проводились в долинах 4 малых рек Прикамья. Исследовались как почвы, формирующиеся вблизи шламохранилищ и солеотвалов, так и фоновые аллювиальные почвы за пределами Верхнекамского месторождения солей. Диссертантом выявлено, что техногенно засоленные аллювиальные почвы имеют неодинаковый тип химизма засоления в разных долинах малых рек Прикамья, отмечено присутствие в засолении аллювиальных почв не только хлоридов натрия, но также хлоридов калия, магния и кальция. Выявлены очаги формирования очень сильно кислой реакции почв при сильном засолении, а также высокой доли ионов калия в составе водорастворимых солей и в составе обменных катионов.

Результаты работ опубликованы в шести статьях, в том числе в журналах, индексируемых в Scopus и WOS и в журналах из списка ВАК, а также были доложены и опубликованы в материалах 10 российских и международных конференций.

К диссертации имеется ряд замечаний.

Замечания.

1. По содержанию гумуса почвы оценены как малогумусированные (стр. 57), однако при $C_{\text{орг}}$ 2.22% и 1.85% (табл. 1) пересчет на содержание гумуса дает 3.8 и 3.18%, что соответствует градации «среднегумусированные» (Классификация и диагностика почв России, 2004, с. 269-270).
2. Оценку засоления автор проводил по Классификации и диагностики почв России (2004, стр. 271). В отдельных случаях оценка не соответствует данным полученных анализов. В частности, в разр. 6 верхние горизонты до 40 см имеют сумму токсичных солей 0.14-0.18% при хлоридно-сульфатном химизме по анионам (Приложение Б, стр. 180). Следовательно, эти горизонты являются слабозасоленными (незасоленные горизонты имеют <0.1% токсичных солей при указанном химизме). Это означает, что разр. 6 тоже является солончаковым, а не солончаковым (стр. 67).
3. Стр. 67 и далее по тексту, таблицам и рисункам. Единицы «ммоль(экв)/100 г» не соответствуют системе единиц СИ. Вместо устаревшей единицы «мг-экв/100 г почвы» следует использовать единицу СИ «смоль(экв)/кг» (читается: сантимоль эквивалентов на килограмм). Соотношение единиц: 1 мг-экв/100 г почвы = 1 смоль(экв)/кг.
4. Стр. 55-58 и далее по тексту и подписям к рисункам с фотографиями почвенных разрезов. Не ясно происхождение названия почв «аллювиальная серогумусовая поверхностно оглеенная» со ссылкой на Классификацию и диагностику почв России (2004). Во всех этих почвах оглеение отмечено по всему профилю. В свою очередь предложенный термин предполагает наличие оглеения только в поверхностных горизонтах и отсутствие его в нижних. По этой причине, считаем, термин «поверхностно-ogleенная» почва не применим к объектам, исследованным автором диссертации.
5. Выделение горизонтов в разрезах 5 и 6 вызывает сомнение. Во-первых, следует уточнить, с чем связана резкая граница верхней части разреза (до 57 см в разр. 5 и до ~45 см в разр. 6) и явно погребенной нижней частью. Если это результат аллювиального процесса, встречается ли такая смена наносов в лесной части долины р. Быгель. Возможен ли вариант антропогенной насыпки суглинистого материала, если учесть близкое расположение безлесного участка к автомобильной

дороге от шламохранилища? Во-вторых, сизые горизонты являются точно глеевыми (G), а не глееватыми (малый индекс g). Палево-бурый суглинок на глубине от 10 до 45 (или 57) см не соответствует критериям серогумусового горизонта АУ. Скорее всего, разрезы 5 и 6 развиты на двучленных отложениях. В пределах верхнего слоя образовалась серогумусовая глееватая солончаковая слабозасоленная почва. А во втором слое – погребенные аллювиальные гумусово-глеевые почвы.

6. Ряд формулировок некорректны – они шире по объему по сравнению с информацией, на которую опирается автор. Например, «Почвенно-грунтовые воды в долине р. Быгель, залегающие на глубине 90-120 см, по степени минерализации относятся к рассолам (табл. 2)» (стр. 59). Вряд ли по всей долине достаточно протяженной реки Быгель почвенно-грунтовые воды являются рассолами. В таблице 2 не указано положение точек определения состава грунтовых вод. Если это разр. 5 и 6 (рис. 5), то данные разрезы характеризуют участок долины р. Быгель, на котором лес сменился солевыносливой травянистой растительностью. Остальная часть долины реки, находящейся преимущественно в лесу, не охарактеризована. Поэтому требуется редактирование утверждения в тексте о рассолах в долине р. Быгель. Его следует сузить до масштаба центральной части образовавшегося солевого ареала. То же относится к утверждению о грунтовых водах в долине р. Ленвы (табл. 4). Речь, вероятно, идет только об участках близких к солеотвалам/шламохранилищу и находящихся ниже по течению.
7. Диссертант утверждает, что «Поверхностные и подземные воды на территории исследования являются ненасыщенными по кальцию и сульфат-ионам...» (с. 104 диссертации). При этом не представлено обоснование этого утверждения. А именно, расчет произведения активности ионов Ca^{2+} и SO_4^{2-} по экспериментальным данным состава вод и его сравнение с произведением растворимости гипса.
8. В описании многих разрезов в средней части профиля диссертант часто отмечает наличие обильных железистых новообразований в виде ржавых пленок и пятен. Эти морфологические проявления соответствуют признаку «ох – окисленно-глеевый» (Классификация и диагностика почв России, 2004, с.37). Использование признака ох, наличие которого позволяет выделять подтип «окисленно-глеевых», расширит возможности морфологического анализа строения почвенного профиля и

обеспечит обоснованное представление о разнообразии исследуемых почв, подверженных техногенному вторичному засолению гидроморфных почв лесной зоны.

9. В диссертации не обсуждаются причины разного типа химизма в засолении почв разных долин рек. Краткое перечисление различий: (1) в долине реки Быгель – при однозначном доминировании хлоридов, среди катионов преобладает K^+ и Na^+ (стр. 67); (2) в почвах долины реки Черная появляется значительная доля сульфатов, в ряде разрезов сульфатов больше хлоридов (разр. 11 и 12), среди катионов K^+ может доминировать над Na^+ (низ разр. 11 и разр. 12, стр. 87); (3) в почвах долины р. Ленвы анионный состав схожий с почвами долины р. Черной, а катионный состав часто другой – преобладает Ca^{2+} при значительной доле или доминировании Mg^{2+} (разр. 17 и 18). Как Вы объясняете такие различия при том, что они установлены в условиях засоления долины Ленва и Черной из одного источника отвально-шламового хозяйства БКПРУ-3?
10. Не ясно, чем определяется разница в содержании карбонатов, кислотности и разной насыщенности основаниями расположенных рядом разр. 5 и 6 долины р. Быгель (табл. 5) или разр. 13 (табл. 7) и 14 (табл. 8) долины Ленва.
11. Ряд замечаний по образованию гипса. (А) В разрезах 18 и 19 (долина р. Ленва), согласно таблице 8 (с. 114), присутствует 4-5% гипса, а в морфологическом описании отсутствует даже упоминание о его присутствии. В этом видится противоречие между экспериментальными данными. При содержании гипса около 5% обычно его выделения хорошо видны невооруженным глазом в поле. (В) Не ясно, по какой причине возникло аналогичное противоречие в почвенном профиле разр. 15: в морфологическом описании отмечено наличие кристаллов гипса (стр. 94 и 97), по данным водной вытяжки (прил. Г) сульфатов и кальция мало, а по данным таблицы 7 его в разр. 15 нет совсем. (С) Наличие гипса в некоторых разрезах не согласуется с данными водных вытяжек. Гипс малорастворимая соль, в водной вытяжке 1:5 он частично растворяется (до 1% от массы почвы), что приводит к увеличению концентраций кальция и сульфатов в вытяжке. Факты несоответствия: (1) разр. 11 – содержание гипса до 5.38% (табл. 6, стр. 89) при содержании в водной вытяжке кальция 0.3-0.9 смоль(экв)/кг (приложение В, стр. 182); (2) разр. 9 – гипс до 6.4% (табл. 6), кальция в водной вытяжке 0.5-0.7 смоль(экв)/кг (приложение В);

- (3) разр. 12 – гипс до 1.1% (табл. 6), кальция в водной вытяжке 0.2-1.3 смоль(экв)/кг (приложение В). На основе связывания ионов в гипотетические соли, количество растворившегося гипса в водных вытяжках указанных разрезов не превышает 0.1%.
12. Объяснение накопления гипса в разрезах 18 и 19 растворением карбонатов образующейся серной кислотой (с. 115) нереально, поскольку в исходных почвах карбонаты не содержались, и при $pH < 3$ они возникнуть вообще не могли. Источником ионов кальция, и ионов сульфатов в данных условиях могли быть только техногенные растворы с солевых вывалов, в которых наверняка есть породы с ангидритом, характерные для геологического строения Верхнекамского месторождения калийных солей (Кудряшов, 2013).
13. На основе данных измерения влажности почв в течение нескольких месяцев в 2022 г. диссертант делает вывод об отсутствии «... одинаковых закономерностей в изменениях полевой влажности на разных контрольных площадках...» (с. 123). Вместе с тем, в диссертации не представлены значения полной влагоемкости в горизонтах, в которых производились режимные наблюдения, и характеристика пространственного варьирования полевой влажности в разные сроки наблюдений. Отсутствие этой информации не позволяет сравнивать горизонты между собой, с одной стороны, и делать заключения об отличии влажности в разные сроки наблюдений, с другой стороны.
14. Не ясен смысл получения уравнения регрессии между Eh и pH (с. 127). Граничные условия соотношения pH и Eh, как известно, определяются процессами окисления (верхний предел) и восстановления (нижний предел) воды. Для каждой окислительно-восстановительной реакции Mn, Fe, S получены функциональные связи между этими величинами (см., например, Орлов, 1992). Более целесообразно рассчитать показатель gH_2 .
15. Объединение материалов о положении (раздел 2.2), свойствах исследованных разрезов (раздел 3.3) и ареалов засоленных почв (раздел 3.5) не позволяет понять принципы закладки почвенных разрезов. Создается впечатление, что разрезы заложены относительно произвольно на основе ориентации на местности без предварительной информации по дешифрированию космических снимков. Во всяком случае, это впечатление возникает в связи с тем, что разрезы

преимущественно расположены на границах ареалов, полученных по дистанционным материалам, и крайне редкие точки опробования – внутри этих ареалов.

16. Вывод 3 диссертации (с. 153) не полностью соответствует представленным экспериментальным данным. Во-первых, восстановительные условия в исследованных почвах наблюдались в более широком диапазоне рН и разнообразном соотношении обменных катионов, чем это отмечено в выводе. Во-вторых, доля обменных $H^+ + Al^{3+}$ в горизонтах с $pH < 4$ (разрезы 14, 18, 19), по данным таблицы 8, варьирует в интервале 66-77% в поверхностном горизонте, снижаясь до 33-59% ниже по профилю.

Также к работе есть много замечаний, связанных скорее с небрежностью.

17. Стр. 40, описание Вехнекамского месторождения солей. Сделана опечатка: термин «каменная соль» ошибочно заменен на «калийная соль». Согласно Кудряшову (2013, с. 16), «Соляные породы Верхнекамского месторождения представлены каменной солью, сильвинитами и карналлитовой породой».
18. Сильвинит – это биминеральная порода, т.е. порода, состоящая из двух минералов: галита ($NaCl$) и сильвина (KCl). Определение «биоминеральная порода» – явно ошибочно (стр. 40 диссертации).
19. Не всегда правильно отмечены данные цитируемых работ. Так, в работе Черноусенко, Хитрова, 2023, в засоленных почвах России 34.5% занимают почвы магниево-натриевые, а не натриево-магниевые (стр. 15).
20. Стр. 45 диссертации. Нарушен обычный порядок первого упоминания номеров ссылок таблиц или рисунков в тексте. Ссылка на таблицу 4 сделана на 16 странице раньше самой таблицы и раньше ссылок на таблицы 1-3.
21. Стр. 45 диссертации. Указан неверный химизм вод по катионам. Согласно табл. 4, состав вод хлоридный калиево-натриевый, поскольку натрий преобладает над калием. Для этого же объекта на стр. 61 приведено правильное название состава вод.
22. Приведены разные названия одного и того же разреза: (1) разр. 20, Рис. 9 и сопряженный текст на стр. 55; (2) разр. 21, Рис. 10 и сопряженный текст на стр. 56.

Кроме того в обоих случаях в слое «поверхностно» пропущена последняя буква «н». Такая же ошибка в подписях к рисункам 11-19, 22, 23, 25-27.

23. Запись географических координат всех разрезов не соответствует существующим вариантам. Для каждого разреза широта и долгота записаны следующим образом через точки, например, «N 59.27.419, E 056.55.052» (с. 62). Прочитать такую запись затруднительно. Обычно координаты указывают либо в градусах с десятичными знаками, либо целые градусы и минуты с десятичными знаками, либо целые градусы, целые минуты и секунды с десятичными знаками. Обозначения для градусов (°), минут (′), секунд (″).

24. Надписи на обеих осях графика (рис. 30) имеют ошибки.

25. Противоречие в обозначении объекта исследования: на стр. 117-121 обсуждаются результаты режимных наблюдений в *насыщенной* почве долины р. Черная без указания конкретного разреза, возле которого выполнены измерения. Вместе с тем, в ходе обсуждения сделаны ссылки на приложения 3 и И, в которых указан разрез 14. В свою очередь, согласно разделам 2.2 и 3.3.3.2 разр. 14 заложен в долине Ленвы и является *ненасыщенным*.

26. Ссылка на статью В.А. Молодцова с соавторами неверная (стр. 163 диссертации). Правильный вариант: Молодцов В.А., Абатурова Т.И., Игнатова В.П. К определению карбонатов и гипса в почвах // Почвоведение. 1979. № 4. С. 125-131.

Пожелания.

1. Объяснение высокого содержания ионов Ca^{2+} в водной вытяжке разных горизонтов разрезов 14 и 18 (с. 113) не имеет связи с экспериментальными данными. Согласно таблице в приложении Г (с. 183-184), в этих почвах доминируют хлориды магния и кальция – очень сильно растворимые соли. Причину следует искать в поступающих грунтовых водах, состав которых, очевидно, сильно подвержен влиянию техногенных рассолов из солеотвалов и шламохранилищ. А для этого нужно выяснить направления потоков грунтовых вод и места смешения с ними потоков техногенных рассолов.

2. Факт формирования очень сильно кислых (в диссертации «резкокислых») засоленных почв с $\text{pH} < 3.5$ отмечен (с. 113, табл. 8), а причина их возникновения не установлена, надеемся диссертант это сделает в дальнейшем.

Указанные замечания снижают оценку, но не умаляют ценность диссертационной работы. Цели и задачи, поставленные диссертантом, выполнены полностью. Актуальность и значимость полученных автором результатов не вызывает сомнений. Автор лично получал материал в полевых работах, анализировал полученные данные и участвовал в их обработке и публикации. Диссертация написана хорошим литературным языком, имеет много иллюстраций в виде графиков, фотографий и цифрового материала в табличной форме.

Автореферат полностью соответствует структуре диссертации и отражает её содержание.

Заключение по диссертационной работе.

Диссертация Пахорукова Ивана Владимировича «Развитие солончакового процесса в почвах долин малых рек Прикамья в связи с производством калийных солей» соответствует паспорту специальности 1.5.19 – «Почвоведение» и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой систематизирована характеристика солевого и кислотно-щелочного состояния вторично засоленных аллювиальных солончаковых почв и солончаков долин малых рек Пермского края на территории Верхнекамского месторождения солей и получена первичная приблизительная оценка площади техногенно засоленных аллювиальных почв на ключевых участках долин двух малых рек Прикамья в зоне влияния солеотвалов и шламохранилищ ПАО «Уралкалий».


Содержание и структура диссертационной работы и автореферата соответствуют требованиям пп. 9-14 и 24 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), а ее автор, Пахоруков Иван Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.19 – «Почвоведение».

Диссертационная работа Пахорукова Ивана Владимировича «Развитие солончакового процесса в почвах долин малых рек Прикамья в связи с производством калийных солей» и отзыв на неё рассмотрены и обсуждены на заседании отдела

генезиса и мелиорации засоленных и солонцовых почв ФГБНУ ФИЦ "Почвенный институт им. В. В. Докучаева", протокол № 7 от «12» декабря 2024 года.


Хитров Николай Борисович,
доктор сельскохозяйственных наук
по специальности 03.00.27 – почвоведение,
старший научный сотрудник
тел. +7(926)203-68-23
e-mail: khitrovnb@gmail.com

главный научный сотрудник,
заведующий отдела генезиса и мелиорации
засоленных и солонцовых почв
ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им.
В.В. Докучаева»
119017, Москва, Пыжевский пер., д.7, стр.2


Н.Б. Хитров
23.12.2024г.

Черноусенко Галина Ивановна,
доктор сельскохозяйственных наук
по специальности 03.02.13 – почвоведение,
тел. +7(903)167-57-25
e-mail: chergi@mail.ru

старший научный сотрудник
отдела генезиса и мелиорации засоленных
и солонцовых почв
ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им.
В.В. Докучаева»
119017, Москва, Пыжевский пер., д.7, стр.2


Г.И. Черноусенко
23.12.2024г.

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева»
Тел./факс 8(495)951-50-37
secretary@esoil.ru

Подпись руки Хитрова Н.Б. и Черноусенко Г.И.
засеряю Зав. канцелярией

Хорошова Л.В.
(секретарь)