

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Решетняка Виктора Николаевича «Эколого-геохимическая оценка донных отложений рек Восточного Донбасса (Ростовская область)», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология

Современное состояние отечественной системы мониторинга, нормирования и оценки качества донных отложений находится в постоянном совершенствовании. Широкое разнообразие предлагаемых подходов к оценке уровня загрязненности донных отложений, включающих геохимические, гидробиологические, токсикологические и иные критерии, используемые как в совокупности, так и индивидуально, осложняет решение задач, связанных с обеспечением требований по охране и восстановлению нарушенных водных объектов, диагностикой экологического состояния загрязненных акваторий, прогнозированием внутриводоемных процессов, влияющих на качество воды. На региональном уровне эколого-геохимическая оценка донных отложений актуальна в плоскости решения задач, направленных на эффективный контроль за соблюдением нормативных требований в сфере охраны и использования водных объектов, подверженных техногенному загрязнению. Представляется, что именно разработка научно-обоснованных подходов к оценке состояния донных отложений по показателям их загрязненности, учитывающих региональные геохимические особенности территории, является ключом к управлению экологическим состоянием водных экосистем в целом.

В том контексте исследование В.Н. Решетняка, ориентированное на **решение проблемы** научно-методического обеспечения оценки уровня загрязненности донных отложений рек, протекающих в границах нарушенных угледобывающей деятельностью территорий Восточного Донбасса, представляет **актуальность**, а также **теоретическую и практическую значимость**. Автором предложен интегральный показатель оценки уровня загрязненности донных отложений (ИПЗ_{до}), который учитывает ключевые характеристики самих отложений, величину геохимического фона металлов, классы их опасности в водной среде. **Новизна** предлагаемого подхода связана с возможностью оценивать по предлагаемым критериям опасность вторичного загрязнения водных масс тяжелыми металлами, которая убедительно подтверждена результатами экспериментальных исследований. Также впервые выполнены геохимические исследования поверхностных и

стратифицированных донных отложений рек региона, что позволило выявить основные тенденции пространственной и временной изменчивости содержания металлов в речных осадках как эффект от многолетнего техногенного воздействия предприятий добывающей отрасли промышленности.

Диссертация В.Н. Решетняка изложена на 177 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы.

В главе 1 «Восточный Донбасс как природно-техногенная геохимическая система» углепромышленная территория Восточного Донбасса рассмотрена в геохимическом отношении. В ней обобщены сведения о геологическом строении, климате, почвенном покрове, поверхностных и подземных водах региона. Подробно анализируется воздействие угледобывающей промышленности на природные среды. На основе обобщения проведенных ранее исследований автор формулирует вывод о том, что Восточный Донбасс представляет собой природно-техногенную геохимическую аномалию, в пределах которой на фоновые уровни содержания металлов наложена техногенная составляющая, сформированная в результате процессов рассеяния химических элементов, извлекаемых из недр в процессе угледобычи. При этом автор не приводит количественных данных, которые тем или иным образом характеризовали бы кларковые уровни содержания исследуемых металлов как в породах и почвах бассейна, так и в углях. Имеет место лишь констатация факта формирования на данной территории литогеохимических ореолов рассеяния без указания на характерные концентрации металлов в почвенном покрове, подверженном и не подверженном влиянию угледобычи. Не совсем удачным следует признать и сам стиль изложения материала, представленного в литературном обзоре при описании региона Восточного Донбасса, а также в последующих главах диссертации. Основная часть систематизированного и анализируемого материала представлена в виде дословных цитат из соответствующих литературных источников, что не позволяет в полной мере оценить оценочную и критическую позиции автора в отношении описываемых им объектов, явлений и процессов.

В главе 2 «Материалы и методы исследования» дана характеристика объектов исследования, приведено описание методов отбора, количественного химического, гранулометрического и минералогического анализа проб донных отложений. Массив проанализированных автором геохимических данных неоднороден по способу получения концентрации металлов в пробах: 129 проб анализировали приближенно-количественным спектральным методом, 58 проб – атомно-абсорбционным, керны и пелитовая фракция отложений (64 пробы) –

методом рентгено-флуоресцентного анализа. Представляется, что применение в работе различных методов определения валового содержания загрязняющих веществ существенно ограничивает возможности анализа и синтеза геохимических данных.

В данной главе также рассмотрены подходы к геохимической оценке уровня загрязненности донных отложений. Наибольшее внимание уделено методам, предложенным в работах Л. Хокансона и Г. Мюллера, которые нашли широкое распространение в отечественных и зарубежных исследованиях. Следует согласиться с мнением В.Н. Решетняка, что, при всем многообразии подходов, универсальности в получении максимально объективного критерия оценки качества донных отложений по их загрязненности пока получить не представляется возможным в силу многих обстоятельств.

При аргументации выбора пелитовой фракции в качестве характеристической автор ссылается на собственную публикацию, а не на материалы многочисленных исследований, в которых рассматривается роль тонкодисперсной составляющей почв, пород и речных осадков в формировании геохимического фона металлов и аккумуляции загрязняющих веществ, поступающих в водоемы из антропогенных источников. Недостаточно раскрыто по смысловой сути утверждение автора, что «...количество пелитовой фракции и ее химический состав будут наиболее точно и информативно отражать уровень загрязнения донных отложений ...» (с. 58). Количество любой размерной фракции не отражает уровень загрязнения всей пробы, особенно когда речь идет о песках или илистых песках с низкой долей пелита. Не случайно Г. Мюллер, который впервые предложил данный метод оценивания загрязненности, отмечал, что он применим исключительно для глинистых донных отложений с содержанием пелита более 30%, а не для любых типов осадков. Здесь же (с. 59) автор отмечает, что «... пелитовая фракция включает в себя не только собственно глинистые минералы, но и частицы другого минерального состава такой же размерности ...». Это утверждение не отражает фактическую ситуацию, поскольку в зоне черноземных почв в составе глинистой фракции почв и речных отложений доля органического вещества как правило достигает 10% и более, что в дальнейшем раскрыто и самим автором. В том числе именно по этой причине уровни содержания металлов в данной фракции часто оказываютсякратно выше, чем в цельном образце.

Применение В.Н. Решетняком кларков глин (глинистых сланцев) металлов в качестве эталонов сравнения при расчете загрязнения донных отложений исследуемых речных бассейнов вполне обосновано, но, вместе с

тем, оно не учитывает сформировавшийся на этой территории геохимический фон элементов.

При формулировании нового оценочного геохимического показателя автором решалась довольно непростая с методологической точки зрения задача, связанная с учетом класса опасности элемента в окружающей среде (в данном случае – в поверхностных водах). С этой целью В.Н. Решетняком предложено внести в расчетную формулу соответствующий коэффициент, который, действительно, позволяет перейти от собственно «геохимической» оценки среды обитания гидробионтов к оценке «экологической».

Четвертый блок исследований, выполненных автором для решения поставленных задач, был направлен на учет потенциального риска вторичного загрязнения воды. Этот фактор редко учитывается при нормировании донных отложений и в разнообразных алгоритмах оценки их качества. В результате взмучивания и физико-химических процессов на границе вода-дно происходит выход части металлов из верхних, активных слоев донных отложений в придонные горизонты вод, что часто сопровождается снижением качества поверхностных вод. Проведенные в ходе исследования эксперименты позволили автору обозначить существенную роль данного фактора в формировании картины загрязнения вод бассейнов рек Восточного Донбасса.

В **главе 3** автором дана литолого-минералогическая характеристика донных отложений исследуемых речных бассейнов. Подробно анализируется минеральный состав легкой и тяжелой фракции отложений, включая терригенную и аутигенную их составляющие. Особое внимание уделено гидроокислам железа – активным сорбентам металлов из водной среды, которые в больших количествах поступают в водотоки региона с шахтными водами. Минеральный состав донных отложений – один из ключевых факторов, регулирующих уровни содержания в них металлов. В этой связи в данной главе следовало бы отметить характерные геохимические ассоциации металлов в составе минералов-носителей, что автором, к сожалению, не было выполнено.

В **главе 4** на основе предлагаемых критериев проводится эколого-геохимическая оценка донных отложений рек Восточного Донбасса. Она включает их петрохимическую и геохимическую характеристику.

Показано, что техногенные шахтные воды оказывают влияние на компонентный состав глинистого вещества и на химический состав речных отложений в целом. В створах, расположенных ниже выхода техногенных шахтных вод, происходит снижение содержания в речных осадках SiO_2 и CaO и рост доли Al_2O_3 , Fe_2O_3 , а также органического вещества.

Геохимический анализ сводится к сравнению концентраций металлов в пробе в целом с их содержанием в пелитовой фракции отложений. Автор априори полагает, что «...пелитовая фракция будет наиболее точно и информативно отражать уровень загрязнения и распределение элементов в донных отложениях» (с. 91). При этом приведенные данные не подтверждают в полной мере данный тезис: «Так, для бассейна Северского Донца в пелитовой фракции донных отложений концентрации Co, Mn, Cu, Ni и Pb в большинстве случаев заметно выше, чем в валовой пробе, что указывает на их накопление в данной фракции. В то же время для рек бассейна Тузлова концентрации большинства элементов в валовой пробе выше, чем в выделенной пелитовой фракции, за исключением Cr и Si». И это вполне ожидаемо, поскольку, как уже отмечалось выше: а) необходимо учитывать долю пелита в составе отложений, и б) сравнивать можно только однотипные по гранулометрическому составу и содержанию органического вещества отложения. Хотя автором был выполнен гранулометрический анализ проб, результаты его в работе не приводятся и не описываются, что затрудняет понимание роли данного фактора в формировании геохимического статуса отложений исследуемых рек.

С целью сравнительной оценки автором определены коэффициенты концентрации металлов в цельных образцах отложений и в выделенной из них фракции размером <0.01 мм относительно кларков осадочных пород и кларков глин и глинистых сланцев по Н.А. Григорьеву, соответственно. Значения кларков в работе не указаны. Анализ таблиц 16-19 диссертации, где приведены коэффициенты концентрации и геохимические ассоциации металлов в речных отложениях, показывает, что большая часть из проанализированных проб характеризуется значениями ниже аномальных ($K_c < 1.5$). Однако автор как бы игнорирует описание данного факта. В данном случае правильнее было бы указать долю проб, в которых были превышены фоновые концентрации металлов, от общего их количества.

Автором детально проанализировано пространственное распределение содержания металлов в речных отложениях Восточного Донбасса. Установлено, что в пелитовой фракции отложений рек бассейна Северского Донца относительно накапливаются свинец и никель, в бассейне Тузлова выделены аномалии хрома, свинца и никеля, которые могут иметь и техногенную природу. На основе анализа совокупности геохимических данных сделан важный практический вывод о том, что уровень загрязнения донных отложений рек бассейна Тузлова выше вследствие большего влияния

угледобывающей промышленности на изменение геохимических потоков элементов в сопряженных ландшафтах бассейна.

В интегральном виде оценка степени загрязненности донных отложений бассейнов исследуемых рек выполнена на основе авторского индекса ИПЗ_{до}, суммарного показателя загрязнения Z_c , степени загрязнения Хокансона C_d и дополнена оценкой качества воды по величине удельного комбинаторного индекса загрязненности (УКИЗВ). Полученные на основе примененных критериев оценочные показатели количественно и качественно сопоставимы: по показателю Z_c речные осадки характеризуются преимущественно слабым уровнем загрязнения, по показателю C_d – средним уровнем загрязнения, ИПЗ_{до} – как умеренно загрязненные. Индикаторные свойства ИПЗ_{до} подтверждаются корреляцией его значений со значениями УКИЗВ.

Автором убедительно показано, что минералогический и химический состав донных отложений подвержены изменению в зоне воздействия шахтных вод, выделены химические ассоциации элементов непосредственно в шахтных водах, а также в донных отложениях на участках рек, подверженных их влиянию. Установлено, что геохимические спектры химических элементов в шахтных, речных водах и донных отложениях совпадают, что подтверждает техногенную природу выявленных аномалий тяжелых металлов в составе поверхностных вод и донных отложений.

Рассматривая донные отложения рек как источник вторичного загрязнения речных вод, В.Н. Решетняком выполнены расчеты абсолютных масс металлов, накопленных в 0-10 см слое отложений исследуемых водотоков, на единицу длины последних (в кг/км). Эти данные дополнены экспериментально определенными значениями количеств того или иного элемента, которые потенциально, при определенных физико-химических условиях, способны переходить в водную толщу (в мг/км). Несмотря на существенную теоретическую и практическую значимость полученных результатов, нельзя не отметить отсутствие в работе относительных (%) показателей перехода (десорбции) металлов из донных отложений в растворенное (геохимически активное) состояние, не выполнено сравнение обнаруживаемых концентраций металлов в растворе с их предельно допустимыми концентрациями в воде. Наличие такого рода информации позволило бы максимально емко и всесторонне дать оценку потенциала вторичного загрязнения водных масс, источником которого являются донные отложения.

Глава 5 посвящена анализу временной изменчивости содержания металлов и уровней загрязненности донных отложений. При этом из описания рисунков и таблиц, характеризующих описываемые тенденции, непонятно, где идет речь о пелитовой фракции отложений, а где – о валовом их содержании. Вывод о том, что «... пелитовая фракция донных осадков, как правило, характеризуется большими содержаниями металлов, чем валовая проба» (с. 141), не подтвержден представленными в диссертации данными анализа содержания металлов в кернах отложений.

В целом полученные палеогеохимические данные подтверждают высказанную автором гипотезу о том, что состав и свойства донных отложений рек Восточного Донбасса являются геохимическими индикаторами изменения уровней техногенного воздействия угледобывающих предприятий на окружающую среду во времени и пространстве.

В **заключении** диссертантом сформированы основные результаты работы. Они представляют собой семь обоснованных выводов, сделанных по результатам исследования, а также включают предложения по практическому использованию полученных результатов.

В дополнение следует отметить ряд замечаний, имеющих к диссертационному исследованию.

1) Автор приводит примеры установления региональных нормативов содержания металлов в почвах техногенно нарушенных территорий, но при этом не упоминает, что региональные нормативы содержания загрязняющих веществ (тяжелых металлов, нефтепродуктов) в донных отложениях установлены в нескольких регионах РФ и применяются в системах эколого-аналитического контроля.

2) Отмечается, что «... в пределах исследуемого района выделяются реки преимущественно песчаного ... и глинистого состава» (с. 58). Реки сами по себе не могут быть того или иного гранулометрического состава. Это атрибут их донных отложений, почв и грунтов, слагающих их бассейны.

3) С целью разделения содержания металлов в донных отложениях и выделяемой из них пелитовой фракции автор неудачно использует в работе термин «валовая проба донных отложений».

4) Для выявления взаимосвязи между интегральным показателем загрязненности донных отложений и удельным комбинаторным индексом загрязненности вод исследуемых речных бассейнов был проведен корреляционный анализ. В этой связи было, как минимум, необходимо охарактеризовать вклад металлов, участвующих в расчете УКИЗВ (Cu, Zn, Mn,

Fe), в величину загрязненности поверхностных вод, без которого прямые статистические взаимосвязи между показателями загрязненности не кажутся очевидными.

Оценивая диссертацию В.Н. Решетняка «Эколого-геохимическая оценка донных отложений рек Восточного Донбасса (Ростовская область)» в целом, следует отметить ее высокий научный уровень и завершенность исследования. Диссертация соответствует заявленной специальности 1.6.21. Геоэкология. Диссертация Полученные в работе результаты репрезентативны и достоверны, статистическая обработка и картографическая интерполяция данных выполнена с использованием современных программ, выводы и заключения обоснованы.

Основные результаты исследования изложены в диссертации с необходимой полнотой и опубликованы в 26 научных работах, в том числе 5 статьях в журналах из списка ВАК, 6 статьях в изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus), а также 15 публикациях в материалах международных и всероссийских конференций.

Опубликованные работы автора, сведения по апробации позволяют сделать вывод о том, что работа написана автором самостоятельно, личный вклад в работу и его значимость не вызывают сомнений. Автореферат полностью отражает содержание рукописи, защищаемые положения обоснованы фактическим материалом.

Выполненная диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 1.6.21. Геоэкология: 5. «Природная среда и индикаторы ее изменения под влиянием естественных природных процессов и хозяйственной деятельности человека (химическое и радиоактивное загрязнение биоты, почв, пород, поверхностных и подземных вод). наведенных физических полей, изменения состояния криолитозоны»; п. 8 «Разработка теории, методологии и методов комплексных инженерных изысканий для геоэкологической характеристики природно-техногенной среды», п. 16 «Моделирование геоэкологических процессов и последствий хозяйственной деятельности для природных комплексов и их отдельных компонентов. Современные методы геоэкологического картирования, ГИС-технологии и информационные системы в геоэкологии».

Подводя общий итог работе, можно заключить, что диссертация Решетняка Виктора Николаевича на тему «Эколого-геохимическая оценка донных отложений рек Восточного Донбасса (Ростовская область)» является законченной научно-квалификационной исследовательской работой,

соответствующей всем требованиям п. 2 «Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет»» от 29.03.2024 №66-ОД. Диссертация представляет собой самостоятельное, оригинальное, целостное, завершённое научное исследование, в котором содержатся новые научные результаты, согласованные с поставленными целью и задачами, а ее автор – Решетняк Виктор Николаевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Официальный оппонент:

Заведующий лабораторией биогеохимии Института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан (обособленного подразделения ГНБУ «Академия наук РТ»), доктор географических наук (1.6.21. Геоэкология)

Иванов Дмитрий Владимирович



« 12 » марта 2025 г.

Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан (обособленное подразделение Государственного научного бюджетного учреждения «Академия наук Республики Татарстан») РФ, 420087, г. Казань, ул. Даурская, 28
Сайт: <https://www.antat.ru/ru/ipen/>
Тел. +7(843) 298-59-65
E-mail: ipen-anrt@mail.ru

Я, Иванов Дмитрий Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

« 12 » марта 2025 г.



Подпись
Д. В. Иванова
Заверяю
Уполномоченный секретарь

Невильерская Ю. П.

