

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Решетняк Ольги Сергеевны «Пространственно-временные закономерности трансформации химического состава и качества речных вод европейской части России», представленную на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.21 – геоэкология (географические науки)

Актуальность темы

Реки европейской части России (ЕЧР) являются не только основными звеньями глобального обмена массой, теплом и веществами, но они активно используются в экономике страны и подвергаются риску постепенных климатических и достаточно быстрых антропогенных изменений, которые могут привести к ухудшению качества воды и деградации экосистем. Накопленные в базах различных организаций и ведомств данные гидрохимических и гидробиологических наблюдений ранее обобщались с использованием разных методик, по отдельным элементам, рекам или их участкам, за различные периоды, без учёта природно-антропогенной трансформации компонентов окружающей среды. Отсутствие единого методологического подхода не позволяло установить закономерности изменчивости качества речных вод на всей европейской территории России в современный климатический период. Из-за этого наметилось отставание научных знаний от практических запросов. Поэтому актуальность и значимость работы Решетняк О.С., направленной на решение научной проблемы, имеющей важное социально-экономическое и хозяйственное значение для государства, сомнений не вызывает.

Анализ диссертационной работы

Общий объём диссертации, с приложениями, 388 страниц. Структура работы включает введение, 7 глав, заключение, список литературы (316 источников), два приложения, 46 рисунков и 69 таблиц.

Во **Введении** обоснована актуальность и степень разработанности тематики; приводятся сведения о теоретической, методической и информационной базе исследования, объектами которого были 257 участков 200 больших, средних и малых рек в 30-ти физико-географических провинциях; сформулированы цель и задачи, положения, выносимые на защиту; показана новизна полученных результатов, с обоснованием их достоверности, научная и практическая значимость работы. Не вызывает сомнения личный вклад диссертанта – от сбора и анализа значительного массива первичной информации до получения новых научных результатов. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.6.21 – геоэкология (географические науки). Материалы диссертации отражены более, чем в 100 работах, 17 из которых сделано без соавторов.

Первая глава посвящена подробному анализу изученности вопроса и основных факторов формирования химического состава речных вод на территории ЕЧР. В ней дана физико-географическая характеристика объектов исследования и выделены зональные особенности гидрографической сети, стока и химического состава

поверхностных вод. Особое внимание уделено роли гидрогеологических и геохимических факторов, обуславливающих неоднородность в формировании качества речных вод, из-за разнообразия миграционных процессов в различных ландшафтах на территории ЕЧР. В результате обоснован выбор репрезентативных речных участков, на которых сетевыми подразделениями Росгидромета выполняются стационарные наблюдения, и показано их распределение по физико-географическим провинциям и природным зонам.

Во **Второй главе**, на основе анализа процессов загрязнения, проблем водопользования и загрязнённости природных вод, а также применяемых на практике отечественных и зарубежных классификаторов качества воды, приводится обоснование необходимости междисциплинарного подхода, бассейнового метода и усовершенствования методики оценки качества водной среды путём синтеза знаний геоэкологии, гидрохимии, гидрологии, гидробиологии, геохимии и других смежных наук. Такой подход отвечает современным требованиям к географическим исследованиям и является важной научно-методической задачей. Для её решения автор предлагает алгоритм комплексной оценки качества воды с учетом региональных фоновых характеристик и разработанную обобщённую шкалу, позволяющую апробировать методику по данным сетевых наблюдений Росгидромета. Авторский алгоритм основывается на балльной оценке абиотических и биотических компонентов речной экосистемы, степени токсичности воды и геохимических характеристиках донных отложений, что даёт более полное представление о состоянии изучаемых географических объектов.

Главы 3–6, одинаковые по структуре, содержат сведения о возможных источниках антропогенного загрязнения, тенденциях химического состава и загрязнённости речной воды, оцененных по коэффициенту ранговой корреляции Кендалла, в зонах тундры, лесотундры, тайги, смешанных и широколиственных лесов, лесостепей и степей Европейской части России. Результаты носят справочно-монографический характер и дают представление о разнонаправленности тенденций гидрохимических характеристик речных экосистем. Выполненная оценка состояния водной среды по УКИЗВ, классу качества, степени загрязнённости воды по пятилеткам, а также отмечавшихся в 1985–2015 гг. тенденций, позволила установить, что в этот период большинство участков рек в отдельных пунктах наблюдений имело тенденции к стабилизации и улучшению качества воды. Это наглядно подтверждено карта-схемой пространственного распределения преобладающих тенденций качества воды в бассейнах рек различных природных зон ЕЧР (рис. 9) и является важным геоэкологическим аспектом исследования процессов загрязнения.

В **Седьмой главе** общие закономерности и особенности пространственной изменчивости гидрохимических характеристик (рис. 18–31) исследованы на основе анализа распределения медиан концентраций, что правильно обосновано её робастностью. Выполненная автором типизация гидрохимических аномалий по их генезису и картирование преобладающих аномалий в воде рек дают исчерпывающее представление о наиболее антропогенно-нагруженных регионах ЕЧР. Апробация предложенной Решетняк О.С. методики комплексной оценки качества речных вод осуществлена на примере рек Кольского полуострова и Нижнего Дона. Состояние рек

Кольского полуострова автором оценивается как равновесное и переходное, а бассейна р. Дон – как естественное, равновесное и напряжённое. Важную часть этой главы составляет прогнозная оценка качества воды по УКИЗВ на отдельных участках рек (раздел 7.5), причём отклонение прогнозного значения от фактического для ст. Раздорская (р. Дон) не превышало 4 %, что можно считать удовлетворительным результатом.

Представленные в рассмотренных главах результаты диссертационного исследования детализируют и подтверждают положения, выносимые Решетняк О.С. на защиту.

В **Заключении** сформулированы основные выводы о пространственной и временной изменчивости качества речной воды, его тенденциях и гидрохимических аномалиях на территории ЕЧР.

Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, обусловлена использованием банка данных (включая две базы данных, созданных автором) многолетних гидрохимических, гидробиологических и экотоксикологических наблюдений, полученных с помощью стандартного оборудования в сертифицированных лабораториях, обобщённых в соответствии с действующими нормативными документами. Автором результативно использовано сочетание данных стационарных наблюдений Росгидромета с экспедиционными исследованиями (при личном участии автора), применены современные статистические и геоинформационные методы анализа первичной гидрохимической информации, оценки качества речных вод и интерпретации данных. Результаты исследования и выводы в достаточной степени обоснованы, апробированы на научных и научно-практических конференциях всероссийского и международного уровней, опубликованы в рецензируемых изданиях (28 статей – в журналах, индексируемых в Scopus и/или Web of Science, 25 – в журналах, рекомендованных ВАК), трёх монографиях и Гидрохимическом Атласе (в соавторстве).

Новизна исследования и полученных результатов заключается в том, что автору, на основе большого массива натурных данных, удалось проанализировать зональные особенности химического состава и качества речных вод в современный период, характеризующийся потеплением климата и нестабильностью экономического развития. Впервые выявленные гидрохимические аномалии расширяют понимание о неоднородности условий формирования качества воды, а статистически значимые тенденции концентрации исследуемых химических веществ, обнаруженные с помощью корреляционного анализа, свидетельствуют о преобладании стабилизации качества воды и его улучшении на большинстве участков рек важнейшего региона Российской Федерации. На основе экстраполяции линейных трендов автор впервые получил прогнозные значения УКИЗВ для отдельных участков рек Ока и Дон на перспективу до 2030 года. Апробация новаторской методической разработки, выполненной для комплексной оценки состояния водной среды рек на севере и юге ЕЧР, показала, что оно, в основном, равновесное, местами напряжённое,

переходное или естественное. Инвариантность комплексной методики вполне очевидна.

Теоретическая и практическая значимость результатов. В географических исследованиях наличие зональной и поясной неоднородности характеристик общеизвестно. Однако обнаруженная Решетняк О.С. изменчивость абиотических компонентов речных экосистем, обусловленная природными и антропогенными факторами, значительно сокращает пробелы в знаниях о гидрохимии поверхностных вод суши ЕЧР и вносит существенный вклад в понимание причин разнообразия их химического состава и качества. Расширяет границы гидрохимических исследований использованный автором диссертации комплексный подход, апробированный для различных природных зон рассматриваемого региона страны, что повышает эффективность и инвариантность полученных результатов.

Перспективным представляется авторское усовершенствование методики интегральной балльной оценки качества водной среды, путём повышения её комплексности на основе учёта природной зональной составляющей и информативных показателей локального антропогенного воздействия на гидрохимический фон. При этом, выбор критериальных показателей соответствует методологии анализа речных экосистем. Рассмотренные соискателем особенности и установленные закономерности изменчивости качества речных вод позволяют выделить участки потенциальных экологических рисков. Представленные автором карта-схемы и таблицы имеют высокий потенциал использования для нормирования сбросов сточных вод, планирования хозяйственного освоения территорий, управления водными ресурсами, разработки оценок воздействия на окружающую природную среду и водоохраных мероприятий.

Полученные О.С. Решетняк результаты внедрены в её научно-педагогической деятельности не только при разработке и чтении профильных курсов и дисциплин, но и при руководстве научно-исследовательской деятельностью студентов и аспирантов.

К основным достижениям автора диссертационной работы можно отнести детальный комплексный анализ особенностей и закономерностей изменчивости химического состава и качества воды рек ЕЧР, междисциплинарный подход к геоэкологическим исследованиям, новый взгляд на эффективность применяемых в практике интегральных оценок качества воды, обширный картографический материал, имеющий прикладной характер.

Несмотря на научно-практическую значимость результатов и масштабность работы, к сожалению, имеются и следующие **замечания**, в основном относящиеся к оформлению и редактированию текста работы.

1. Во **Введении** формулировка второй задачи дублирует цель исследования, предмет которого не определён, не указаны причины аномалий и тенденций (стр. 11, 12), а также не сказано, чем предложенная автором комплексная оценка качества воды прогрессивнее применяющихся.

2. **Глава 1.** Несмотря на подробное цитирование автором широко известных предшествующих работ, глава не содержит их критического анализа, не сделан вывод, какие именно пробелы в геоэкологических исследованиях восполняет автор и какую научную проблему решает.

Не указано, почему «период исследований составлял более, чем 30-летний интервал с 1985 по 2017 гг.» (стр. 48), когда современный климатический период, рекомендованный ВМО, включает интервал 1991–2020 гг., и с 90-х годов в стране изменяется структура экономики и уровень антропогенной нагрузки на речные системы.

3. **Глава 2.** Не обоснован выбор расчётного периода (по тексту диссертации и в автореферате он варьируется в разных пределах), не указано, по какому критерию определялась значимость тенденций, как оценивалась точность результатов (включая коэффициенты корреляции), какие методы обработки информации применялись, сколько раз в год определялась в воде концентрация каждого ингредиента для расчета УКИЗВ, одинаково ли ежегодное число анализируемых проб и определяемых ингредиентов для достоверной оценки изменчивости УКИЗВ.

Автор использует термины: «фон», «фоновая концентрация», «фоновый участок», «региональный фон» и пр. Так как в литературе «фоновая концентрация» и «фоновый створ» трактуются неоднозначно, корректно было бы указать, как соответствует авторская терминология принятому в пп. 3.3.13 РД 52.24.622-2019 определению «условной фоновой концентрации» и если да, то почему отсутствует этот норматив в списке литературы.

4. **Главы 3–6** можно было объединить в одну главу, представив в ней обобщённый материал по ЕЧР, например, в виде карта-схем и обобщающих таблиц. Так как структура указанных глав, их методическая основа и стиль текста одинаковые, компактное изложение материала помогло бы избежать многочисленных повторов, а загромождающие текст детальные таблицы лучше было бы поместить в Приложении.

Каждая глава начинается с изложения методики выявления тенденций, которая повторяется пять раз. Методики надо было поместить в **Главу 2** «Методические основы...». На стр. 119 указано, что связи, коэффициенты корреляции которых меньше $\pm 0,25$, слабые. Однако в таблицах 20–22, 27–29 связи, коэффициенты корреляции которых намного меньше $\pm 0,25$, показаны как статистически значимые.

В тексте этих глав используются странные словосочетания: «основные тенденции изменений» (стр. 64), «основные тенденции средней силы» (стр. 185, 186, 222), «основные тенденции в воде» (стр. 185, 218, 223, 224), «основные тенденции распределены» (стр. 222), «количественное распределение тенденции» (стр. 147). Бывают и «неосновные тенденции»?

Возможные источники загрязнения, представленные в виде таблиц, лучше было бы показать на географической основе (карте), а вместо сведений о водозаборах отдельными предприятиями (табл. 39) привести объёмы сбросов, которые содержат изучаемые автором химические ингредиенты.

5. **Глава 7.** В табл. 55 приводятся аномалии. Например, в п. Усть-Донецкий на р. Северский Донец (стр. 294) положительная аномалия концентрации хлоридов в воде, при коэффициенте контрастности, равном 10, и «уверенной положительной аномалии», отнесена к естественной. При этом по всем остальным главным ионам в

этом же пункте также отмечаются положительные аномалии, но они считаются антропогенными, при коэффициентах контрастности 2–4. Это противоречит утверждению (на стр. 287) о том, что *«если гидрохимическая аномалия сопровождается возрастающим трендом, это говорит о её антропогенном генезисе за счет высокой антропогенной нагрузки»*. На стр. 299 написано, что почвенно-геохимические характеристики участков *«отчасти могли бы объяснить формирование гидрохимических аномалий по содержанию в воде ионов магния, кальция, хлоридам и сульфатам естественного типа. Однако по нашим данным этого не происходит, кроме аномалии по хлоридам (см. таблицу 55). Антропогенный тип положительных аномалий в речной воде по содержанию ионов магния, кальция и сульфатам может быть обусловлен высокой антропогенной нагрузкой...»*. Словосочетания *«отчасти могли бы объяснить»* и *«может быть»* не являются доказательством, подтверждающим выводы. Повышение содержания хлоридов может иметь разные причины, а не только естественные. На стр. 307, в табл. 58, приводятся *«природные аномалии»*, при этом их причиной указываются объекты хозяйственной деятельности (очевидно во второй части таблицы опечатка).

В **Заключении** не указаны преимущества методических разработок автора, в отличие от ранее использовавшихся, и осуществлённой автором стратегии междисциплинарного подхода. Желательно объяснить, почему в п. 2 утверждается, что количество аномалий увеличивается с севера на юг (в соответствии с ростом антропогенной нагрузки), а в п. 4 указано, что севернее загрязнённых участков почти в 2 раза больше, чем южнее. И аномалии могут быть природно-антропогенного происхождения, а не обязательно *«естественного или антропогенного генезиса»* (п. 2).

Общие замечания:

1. Отсутствуют выводы к главам, что затрудняет восприятие основных достижений автора.
2. Непонятно, кому даются указания словосочетаниями: *«необходимо выявить»*, *«необходимо определить»*, *«необходимо разработать»*, *«необходимо рассчитать»*, *«необходимо изучить»*, *«необходимо принимать во внимание»*, *«необходимо анализировать»*, *«нужно сделать»*, *«требуется»* и т.п.
3. Анализ причинно-следственных взаимосвязей и взаимозависимостей иногда заменяется констатацией обнаруженных фактов.
4. Встречаются трудные для понимания фразы, например: *«меньше всего трендов сформировалось в многолетней динамике изменения концентраций»*, *«распределение по провинциям речных участков... по категориям состояния по содержанию...»*, *«интенсивность проявления гидрохимической аномалии проявляется в коэффициенте концентрации химического вещества...»* и др.

Указанные замечание не снижают ценность полученных автором новых результатов, всесторонне освещающих геоэкологические условия ЕЧР.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней.

Автореферат диссертации Решетняк О.С. полностью отражает содержание диссертации, хотя построен не по главам, а по защищаемым положениям, и содержит достаточное количество иллюстраций и таблиц. Основные результаты опубликованы в ведущих научных изданиях.

Диссертация О.С. Решетняк «Пространственно-временные закономерности трансформации химического состава и качества речных вод европейской части России» – законченная самостоятельная научно-квалификационная работа, содержащая решение актуальной проблемы исследования закономерностей и особенностей природно-антропогенных изменений химического состава, качества воды и состояния водных экосистем в различных физико-географических условиях. Научно-практическая значимость результатов, полученных на основе анализа многолетних наблюдений, применения современных методов междисциплинарных исследований и авторских разработок, обусловлена новыми знаниями о трансформации абиотических компонентов речных экосистем ЕЧР, выявленных тенденциях. Работа представляет собой важное научное достижение, может использоваться для обоснования водохозяйственных и экологических мероприятий, оптимизации системы мониторинга и прогнозных оценок.

Диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в ред. от 26.09.2022 г.), предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор, Решетняк Ольга Сергеевна, заслуживает присуждения учёной степени доктора географических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология (географические науки).

Официальный оппонент: доктор географических наук по научной специальности 25.00.28. Океанология (географические науки), старший научный сотрудник, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН», 299011, Севастополь, ул. Капитанская, 2, e-mail: rminkovskaya@mhi-ras.ru тел.: +7-978-859-59-73

28 августа 2024 г.



/ Миньковская Роза Яковлевна /

Я, Миньковская Роза Яковлевна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку

28 августа 2024 г.



/ Миньковская Роза Яковлевна /

Подпись Миньковской Р.Я. заверяю:

Учёный секретарь ФГБУН ФИЦ МГИ РАН
кандидат физико-математических наук



/Алексеев Дмитрий Владимирович/