

## 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, 398 страниц. Структура работы включает введение, 7 глав, заключение, список литературы (301 источник), два приложения, всего 50 рисунков и 74 таблицы.

Во **Введении** обоснована актуальность и степень разработанности тематики; приводятся сведения о теоретической, методической и информационной базе исследования, объектами которого явились 230 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. На основе этого анализа обоснован выбор репрезентативных речных участков, имеющих стационарные наблюдения Росгидромета, и показано их распределение по физико-географическим провинциям и природным зонам.

Во **Второй главе** рассмотрены процессы загрязнения речных систем, проблемы 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 обобщённую шкалу, разработанную на основе бальной оценки абиотических и биотических компонентов речной экосистемы, степени токсичности воды и геохимических характеристик донных отложений. Предложенная автором классификация состояния водной среды адаптировала методику оценки качества воды к данным наблюдений Росгидромета.

**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 и отмечавшихся в 1985–2015 гг. тенденций позволила установить, что в этот период большинство участков рек имело в отдельных пунктах наблюдений 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 пункта наблюдений в 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 натуральных 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 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, путём повышения её комплексности на основе учёта природной зональной составляющей и информативных показателей локального антропогенного воздействия на гидрохимический фон, с использованием интегральной балльной оценки качества водной среды. 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 карты-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 следующие **замечания**, в основном относящиеся к оформлению и редактированию текста работы.

1. Во **Введении** формулировки второй и четвёртой задач дублируют цель исследования, предмет которого не определён, не указаны причины аномалий и тенденций (стр. 10, 11), 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 сказано, почему рассмотрено только 60 % провинций ЕЧР (стр. 48).

3. **Глава 2.** Не обоснован выбор расчётного периода (по тексту диссертации и в автореферате он варьируется – стр. 7, 11, 50, 139, 140, 173, 203, 244, 251, 258, 284, 345), 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.

На стр. 115, в табл. 14, очевидно, допущены опечатки: концентрация  $NH_4$  должна быть меньше, а не больше  $0,10 \text{ мг/дм}^3$  при естественном состоянии водной среды, и больше, а не меньше  $3 \text{ мг/дм}^3$  при катастрофическом состоянии, при котором и БПК<sub>5</sub> должно быть больше, а не меньше  $7 \text{ мг/дм}^3$  (РД 52.24.661-2004).

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 (стр. 124, 125, 144, 178, 217). Методики надо было поместить в **Главу 2** «Методические основы...». При этом на стр. 125 указано, что связи, коэффициенты корреляции которых меньше  $\pm 0,25$ , слабые. Поскольку автор не указал критерий, по которому оценивалась значимость тенденций и ошибку коэффициента корреляции, непонятно, почему в одних случаях, при коэффициентах корреляции  $0,06–0,11$  тренды считались значимыми, а в других – нет (табл. 20–22, 27–29).

В тексте этих глав используются странные словосочетания: «основные тенденции изменчивости концентраций», «основные тенденции содержания» (стр. 124), «количественное распределение тенденции» (стр. 154). 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 (стр. 202, 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. 303) положительная аномалия концентрации хлоридов в воде отнесена к естественной, при коэффициенте контрастности, равном 10. 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. 296), что значимые тенденции и бóльший контраст с гидрохимическим фоном связаны с антропогенными, а не естественными аномалиями. На стр. 309 в тексте про этот участок реки пояснений нет, хотя повышение содержания хлоридов может иметь разные причины, а не только естественное засоление почв.

Непонятна необходимость совпадения на 50 % табл. 67 (стр. 331) и табл. 17 (стр. 119).

6. В **Заключении** не указаны преимущества методических разработок автора, отличие от ранее использовавшихся, и осуществлённой автором стратегии междисциплинарного подхода; формулировки выводов 1–5 дублируют текст рубрики «Основные защищаемые положения» (стр. 10–11), хотя надо делать акцент на результатах, подтверждающих научные положения, выносимые на защиту.

#### **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 выполнить балльную оценку» (стр. 120) «нужно сделать», «требуется»...

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.

Представленная к защите 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: [rosmink@yandex.ru](mailto:rosmink@yandex.ru), тел.: +7-978-859-59-73

11 января 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

11 января 2024 г.

/ Миньковская Р.Я. /

Подпись Миньковской Р.Я. заверяю:

Учёный секретарь ФГБУН ФИЦ МГИ,  
кандидат физико-математических наук



/ Алексеев Дмитрий Владимирович /