

## О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию

Александра Владимировича Крека «Геоэкологические особенности распределения тяжелых металлов в донных осадках юго-восточной части Балтийского моря», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21 геоэкология (географические науки)

Диссертация А.В. Крека посвящена важной и актуальной тематике – распределению тяжелых металлов, одних из наиболее опасных загрязнителей, в донных отложениях морских бассейнов. В настоящее время эта тематика подзабыта в работах Минприроды РФ, главным образом, из-за продолжающихся дискуссий, какое ведомство должно вести эти работы, в связи с чем были прекращены работы государственного мониторинга в этом районе. Тем более приятно, что в Академии наук это направление сохранилось. **Важность** его связана, как уже отмечалось, с тем, что тяжелые осадки являются важными и опасными поллютантами, а в донных осадках, которые являются депозитной средой, они могут сохраняться длительное время и периодически, при определенных геохимических условиях, загрязнять придонные воды и существенно влиять на живые организмы, в том числе и на рыбы. **Актуальность** же связана с тем, что она посвящена юго-восточной части Балтийского моря – району, испытывающему большую антропогенную нагрузку, в том числе в связи с деятельностью военно-морских сил различных государств, интенсивным судоходством и деятельностью предприятий нефтегазового комплекса, непосредственно на море. При этом окружающая суша, как в Российской Федерации, так и в соседних государствах активно используется в рекреационных целях, а само море является важной рыбохозяйственной базой для всех государств Балтийского региона. Также следует отметить, что материалы для диссертации получены автором лично во время многочисленных экспедиций.

Нельзя сказать, что проблема тяжелых металлов (ТМ) в донных осадках в этом регионе не изучена. Данному вопросу посвящены фундаментальные исследования А.И. Блажчишина и Е.М. Емельянова, которые касались непосредственно юго-восточной части Балтийского моря и в которых (особенно у Е.М. Емельянова) подробно рассмотрены вопросы геохимии ТМ и особенности формирования их повышенных концентраций. Но в представленной диссертации главное внимание автора сфокусировано на оценке влияния конкретных антропогенных источников загрязнения донных осадков и научному обоснованию критериев оценки этого загрязнения - проблеме, которая много лет занимает внимание исследователей и так и не нашла должного разрешения в РФ, как впрочем и в других странах. Именно этим проблемам и посвящены защищаемые положения, которые представляет диссертант научной общественности.

В классическом виде глава изученности вопроса в диссертации отсутствует. В главе «Изученность геохимического состава донных осадков» в качестве подразделов рассматриваются физико-географическая обстановка, потенциальные источники загрязнения, мировая практика оценки и нормативы качества донных осадков, а также роль металлов в донных осадках. По смыслу лишь последний раздел позволяет оценить компетентность диссертанта в заявленной специальности, но и разделы о потенциальных источниках загрязнения и нормативов оценки качества донных осадков крайне важны для понимания сути дальнейших рассуждений диссертанта. Можно согласиться с автором в целесообразности такого построения работы, но при этом практически отсутствует



критический обзор работ истории изучения тяжелых металлов в донных отложениях в Балтийском море. Так из внимания автора, хотя он много рассуждает о гидрохимии подземных вод, практически выпали работы по гидрогеологии Балтийского моря и взаимоотношениям морских и подземных вод, которые были начаты впервые именно в Калининграде В.И. Иодказисом и Р.В. Мокриком. Для этого раздела часто отмечаются терминологические неточности. Так, на стр. 16 при классификации осадков выделяются алевриты глинистые и одновременно пелиты алевритовые. При сходстве понятий «пелиты» и «глины» они, все таки, относятся к разным классификациям. Там же ниже плотные слоистые глины уже в следующем предложении называются илами, хотя это осадки совершенно различной консистенции. Сомнительно (и это сомнение опирается на работы уже упомянутых А.И. Блажчишина и Е.М. Емельянова и многих других авторов), что единственным глинистым минералом глинистой фракции является иллит, а все остальные минералы имеют обломочное происхождение, в том числе и крайне неустойчивый кальцит (стр.17). Не является тяжелым металлом и органическое вещество, как это явствует из фразы на стр.32. Примеры можно множить, но эти огрехи связаны как с недостаточной редакцией текста, так и, главным образом, с «телеграфным стилем» принятым автором, когда приводятся многочисленные примеры, без должного их критического анализа. С этим же связаны и отдельные повторы текста, которые встречаются в рукописи. Однако, в целом эти разделы позволяют классифицировать автора как всестороннего специалиста, при этом именно географической направленности, т.к. он использует данные из различных областей знания, входящих в понятие именно этой науки.

Перейдем к научной части диссертации, а именно, обзору основных положений, хотя их и многовато для кандидатской диссертации, т.к. размывает представления, что именно он нового внес в области достаточно хорошо изученных тяжелых металлов в донных осадках. Отметим, что основной материал по этим положениям содержится в главах 3 и 4 и только последнее основное положение удостоено отдельной главы. Особенностью работы является широкое использование статистических методов. В ней содержится огромное количество различных таблиц, часть из которых вынесена в приложения. Все данные статистически обработаны, для них приведены размах значений, среднее, стандартное отклонение. Объем фактического материала, единый характер его обработки – все это является достижением диссертанта и подтверждает правомочность его выводов.

Первое положение указывает на возможность формирования в современных донных осадках временных антропогенных аномалий основных токсичных ТМ в зонах антропогенной деятельности: у нефтедобывающей платформы, вдоль Куршской косы и у северного побережья Калининградского полуострова. Первый вывод основан на результатах многолетнего мониторинга, проводимого АтланТИОРАНом этого месторождения, которое находится под пристальным наблюдением западных стран. Эксплуатация платформы Д-6 основана на новейших безотходных технологиях, чтобы исключить воздействие на внешнюю среду. Добавим, что практически все станции мониторинга вокруг самой платформы имеют песчаный и грубообломочный покров донных осадков, что исключает саму возможность их длительного загрязнения. Это было отмечено еще в 2005 году при проведении контрольного мониторинга в рамках ГМГСШ (СЕВМОРГЕО), работы которого, кстати, никак не нашли отражение в диссертации. На рис.1.4.1 автор приводит средние показатели основных токсикантов в донных осадках по



своим данным. Недостатком этого рисунка является отсутствие данных по самим осадкам, хотя, конечно, литологическая карта в диссертации присутствует. Значения в непосредственной близости от платформы несколько превышают уровень концентраций токсикантов в других станциях, но практически все они ниже минимальных уровней загрязнения в шведской схеме, которую автор берет за основу своей. Исключение представляет только кадмий, но он никак не входит в технологический процесс на самой буровой. Низкий уровень концентраций не позволяет говорить о каком-либо загрязнении, хотя сам вывод о возможном некотором повышении концентраций ТМ в донных осадках и интересен. Для окончательного доказательства необходимо посмотреть годовые тренды как по конкретным станциям, так и интегрированные данные. Попутно заметим, что сорбционная способность тонкозернистых грунтов зависит не только от общей поверхности мелких частиц, но и от наличия глинистых минералов, что никак не обсуждается в диссертации.

Собственно, тоже можно сказать и про интерпретацию геохимических данных вдоль Куршской косы. Здесь большинство осадков представлено хорошо промытыми песками, что само по себе исключает возможность их загрязнения, которое, как и сам автор говорит, связано с тонкозернистыми фракциями. В принципе здесь отсутствуют и источники загрязнения, кроме платформы Д-6, которую можно и нужно рассматривать как потенциальную угрозу, но на которой не было зафиксировано ни единого аварийного выброса. Соответственно, концентрации ТМ-токсикантов здесь ожидаемо низки (прил.3) и по любым существующим показателям не дотягивают до I класса опасности. Некоторое исключение представляет медь, содержание которой только в 4-х станциях чуть выше минимального уровня по шведской классификации. Следовательно, говорить о загрязнении с экологической точки зрения здесь нет основания (тем более, пугать читателей 5 классом опасностей), хотя сами построения автора о разнообразии концентраций в зоне волнового осадконакопления крайне любопытны с точки зрения современного седиментогенеза, практически неизвестны в другой литературе по этому вопросу и, главное, обеспечены фактическим материалом. Поэтому можно считать 1-е положение полностью защищенным. Из существенных замечаний можно указать на появление в осадках неведомого троилита. Такой минерал существует, но доселе он обнаруживался только в метеоритах. находка его в донных осадках тянет на открытие, но, скорее всего, здесь дело в неправильном наименовании гидротроилита. Впрочем, и в этом случае, его находка в прибрежных ундулювиальных песках удивительна, т.к он присущ морским нефелоидам алевропелитового состава. Хотелось бы получить более весомые доказательства присутствия этого минерала. Ну и в качестве терминологического замечания: «минеральный» и «минералогический» составы не синонимы- первый термин верен, второй ошибочен.

Второе защищаемое положение, в котором говорится об аномалиях ТМ, возникающих в осадках вдольберегового потока вдоль Куршской косы, фактически повторяет первое. Аномалии в геоэкологическом понятии здесь не существуют из-за песчаного состава донных осадков. Фактически обсуждается механизм формирования повышенных концентраций ТМ в условиях неравномерного потока, что обосновано большим фактическим материалом и может считаться в данном конкретном случае вполне доказанным.

Большой интерес представляет третье защищаемое положение, в котором, утверждается, что ассоциация Cr, Co, Ni, Cu, Pb, Zn у западного побережья Самбийского



полуострова тесно связана с вскрышными работами в янтарных карьерах на берегу и соответствует природному фону донных осадков. Для начала отметим, что сам объект исследований появился только в результате сброса пульпы из карьеров в Балтийское море в советское время, т.к до Второй Мировой войны этот берег был исключительно абразионным. Как подчеркивается в самой работе, сброс обломочного материала составляет до 1300 тыс. м<sup>3</sup>. С этим сбросом в береговую зону поступают Co, Ni, Cu, Zn, Pb, As, Hg и Cd. Эти элементы содержатся в осадках, в которых заключены скопления янтаря. При этом автор убедительно показывает, что кадмий и ртуть, содержания которых в поверхностных водотоках ничтожно, могут быть заимствованы с окружающих селитебных территорий. Кстати, очень важный вывод содержится на стр. 101: «Донные осадки подводного берегового склона оставались более чистыми, чем отложения карьеров». Очищение последних происходит за счет волновой сепарации, что, как и в предыдущих случаях, обуславливает фактическую невозможность возникновения значимых аномалий в осадках волнового поля (в ундалювии), что и подтверждается в таблице 3.4.7. Как всегда, автором проведена очень большая работа по статистической обработке фактического материала, как по самим донным осадкам, так и по окружающим берегам. В результате диссертант убедительно доказывает, что фоновые характеристики донных осадков в районе пос. Янтарный обусловлены вскрышными работами комбинатов по добыче янтаря, с чем связано и некоторое повышение концентраций токсичных металлов. Однако, с выводом, что здесь существует природный уровень содержания ТМ никак нельзя согласиться, т.к сам же диссертант говорит, что он связан с выносом пульпы, т.е типично антропогенным процессом. И поэтому вывод, что «природная составляющая за счет объемов сброса значительно перекрывает антропогенную» (стр. 103) парадоксален в том смысле, сам сброс является процессом сугубо антропогенным. Тем не менее, сам механизм формирования нового природно-антропогенного фактора обоснован вполне убедительно и может быть отнесен к заслугам автора, а выявленные разногласия носят дискуссионный характер.

Четвертое защищаемое положение указывает на особенности формирования повышенных концентраций (в данном случае действительно высоких) связано с разгрузкой подземных вод оксфорд-титонского горизонта. В частности, этот вывод основан на пространственной связи разломов и выявленных аномалий ТМ, в том числе и токсичных. В основу данного вывода положен кластерный анализ геохимической информации по донным колонкам, который показал закономерное изменение структуры взаимосвязей между элементами в зоне акустических аномалий свидетельствует о значительном влиянии из недр, за счет разгрузки оксфорд-титонского водоносного горизонта. Не обсуждая результаты самой кластерной обработки и полученных взаимосвязей между элементами, отметим:

1. В диссертации отсутствуют данные о выявленных разломах, пронзающих всю четвертичную толщу, так как, судя по длине колонок менее 1 метра, для пробоотбора использовался только экологический пробоотборник (аналог трубки Ниемисто). Ссылки на акустические аномалии недостаточно, необходимо было представить более весомые доказательства.

2. Сама Гданьская впадина представляет собой седиментационный бассейн, где накапливаются тонкозернистые осадки, изначально сорбирующие различные микроэлементы, в том числе и токсичные ТМ. Механизм этого накопления прекрасно



описан Е.М Емельяновым в его монографии, с чем и надо было сравнивать полученные цифровые значения.

3. Гданьский залив находится под влиянием стока р. Вислы, которая дренирует как промышленные, так и сельскохозяйственные территории Польши. К этому можно добавить выносы от польских ТЭЦ в акваторию южной Балтики, что также описано в литературе.

4. Дно Гданьской котловины представляет зону восстановления, вплоть до сероводородного заражения. В этих условиях, в отличие от нормальных зон седиментогенеза происходит свободное перемещение микроэлементов из иловых вод в придонные и вторичное загрязнение придонного слоя воды, а, следовательно и донных отложений.

Указанных причин вполне достаточно для формирования современного геохимического фона донных осадков Гданьской котловины с формированием природных геохимических аномалий Cu, Zn, Co, Ni, Cr, Cd, Pb. Однако, само привлечение внимания к вопросам взаимодействия подземных и придонных вод заслуживает одобрения и, возможно, следует рассматривать как дополнительный источник токсикантов.

При этом оппонент решительно возражает против использования в данном случае термина «эндогенные процессы», т.к инфильтрация подземных вод не имеет к ним никакого отношения.

Пятое защищаемое положение о предложении региональной шкалы загрязнения тяжелыми металлами однозначно следует отнести к заслугам автора, что хорошо проиллюстрировано уже упомянутым в отзыве разделом о современном состоянии проблемы количественной оценки зон загрязнения донных осадков. Следует согласиться и с тем, что для конкретных регионов следует иметь собственные шкалы загрязнения, которые отражают сложившийся природно-антропогенные уровни концентраций ТМ в доиндустриальный период, а также связанные с уровнями скоростей осадконакопления.

Переходя к заключению, укажем, что диссертационная работа А.В. Крека характеризует его как зрелого исследователя, имеющего широкие представления в области географических наук, использующий в своей работе не только собственно геохимические данные, но и сопутствующие им материалы по океанологии, физической географии, геоморфологии, что и позволило ему представить комплексную работу, полностью соответствующую паспорту специальности 1.6.21-геоэкология (географические науки) по п.1.8, 1.17 и 1.18. Особо следует отметить умение диссертанта использовать для обработки данных методы математической статистики и очень скрупулезный подход к подбору и представлению самих данных, что нашло свое отражение в приложении к диссертации 10 приложений. Сама работа прошла достаточную апробацию на обширном ряду совещаний и конференций, в том числе международного уровня. Материалы диссертации и ее основные положения опубликованы в 7 статьях, все в изданиях, рекомендованных ВАК, а также включенных в базы цитирования WoS/Scopus. Полученные результаты кроме научного имеют и вполне значимое практическое значение: характеристика источников геохимических аномалий ТМ в донных осадках российского сектора юго-восточной части Балтийского моря может найти применение в морском пространственном планировании, а предложенный автором комплексный подход по выявлению повышенных содержаний потенциально опасных веществ может найти использование при

усовершенствовании правил проведения морских инженерно-геоэкологических изысканий. Высказанные замечания и несогласия с автором либо дискусионны, либо носят характер рекомендаций и не затрагивают суть защищаемых положений.

Таким образом, диссертационная работа А. В. Крека «Геоэкологические особенности распределения тяжелых металлов в донных осадках юго-восточной части Балтийского моря», представленная на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21 геоэкология (географические науки), в которой рассматривается важная проблема формирования аномальных зон накопления токсичных тяжелых металлов в донных осадках под влиянием локальных источников загрязнения, полностью отвечает требованиям п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (ред. от 11.09.2021), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология (географические науки), а ее автор – Александр Владимирович Крек, заслуживает присуждения ему искомой ученой степени.

Содержание автореферата отвечает содержанию диссертации.

Официальный оппонент

доктор геолого-минералогических наук (специальность 25.00.06-литология),  
главный научный сотрудник Лаборатории мониторинга геологической среды,  
залуженный геолог Российской Федерации.

Телефон +7 911-911-8752

Электронная почта: alek-rybalko@yandex.ru



/Рыбалко Александр Евменьевич/

ФГБУ «ВНИИОкеангеология»

Английский проспект, д. 1

Санкт-Петербург

<http://www.vniio.pf/>

Тел: +7 (812) 328-20-00

Я, Рыбалко Александр Евменьевич, автор отзыва, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

« 20 » июня 2022 г.



СОБСТВЕННОРУЧНАЯ ПОДПИСЬ

*А.Е. Рыбалко*

по месту работы в ФГБУ «ВНИИОкеангеология»  
удостоверяется

Секретарь-референт

« 20 » июня 2022 г.

