

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Почечун Викторией Александровны
на тему «Региональный геоэкологический анализ природно-техногенной
геосистемы горно-металлургического комплекса Среднего Урала»,
представленную на соискание ученой степени доктора геолого-
минералогических наук по специальности
25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле)

Диссертационная работа В.А. Почечун состоит из четырех разделов, введения, заключения и списка литературы. Объем текста - 322 страницы, количество рисунков - 121, таблиц - 63, библиографический список содержит 279 наименований.

1. Актуальность темы диссертации. Горнодобывающие районы Среднего Урала богаты минеральными ресурсами. Рудники региона являются старейшими в России источниками минерального сырья. Период их разработки только на новом историческом этапе превышает 300 лет, и уходит своими корнями в бронзовый век. Эксплуатация недр региона сопровождается опасными для окружающей среды (ОС) процессами, вызванными большой техногенной нагрузкой. Вокруг шахт и глубоких карьеров накоплены отвалы твёрдых отходов производства высотой до 70-90 м. Отвалы содержат большое количество неустойчивых в атмосфере минералов. При окислении сульфидов образуются сернокислые воды, и даже рассолы. Только пруд сернокислых вод в бассейне р. Нейвы у Невьянска аккумулирует огромное количество сернокислых вод с $pH = 4$, а площадь депрессионных воронок вокруг рудников, сформировавшихся в результате водопонижения вокруг горных выработок, превышает 30 км². На многих комбинатах созданы системы оборотного водоснабжения, но в начале разработки месторождений в водоёмы сбрасывались не очищенные или недостаточно очищенные сточные воды, создавая обширные очаги загрязнения природного комплекса. Влияние одного горно-обогательного комбината (ГОКа) на окружающую среду (ОС) распространяется в радиусе до 30 км. В результате природоохранной деятельности предприятий с привлечением НИИ на горно-металлургических комплексах (ГМК) за десятилетия работы получен и большой положительный опыт по локализации негативных геодинамических процессов на ОС. Поэтому обобщение геоэкологических материалов по Среднему Уралу с разработкой природоохранных мероприятий весьма актуально.

2. Цель и задачи исследований заключаются в разработке методологических основ геоэкологического анализа для решения региональных проблем управления и экологической оптимизации природно-техногенной геосистемы (ПТГС), находящейся под воздействием объектов горно-металлургического комплекса (ГМК). Основные задачи сводятся к: обоснованию системного подхода, изучению ПТГС и к характеристике функционирования геосистемы для разработки управленческих решений по оптимизации экологической ситуации.

3. Научная новизна работы заключается в: оценке состояния геосистемы (ГС), в попытке раскрыть содержание процессов ее формирования и оценить устойчивость ОС по косным и биокосным ее компонентам. Это осуществлено путем расчета биогеохимического баланса по поступлению, накоплению и выносу загрязняющих веществ от предприятий в атмосферу, природные воды, почвы и живое вещество. Обоснована эффективность использования биогеохимических барьеров для очистки поверхностных вод.

4. Степень обоснованности и достоверности, полученных соискателем результатов подтверждается большим количеством использованного фактического натурного, фондового, картографического материала, данными поисковых, геологоразведочных и эксплуатационных работ на месторождениях Среднего Урала. Собраны материалы не только по состоянию косных компонентов ОС, но и по биогенным компонентам непосредственно автором и из фондовых источников за большой период работы над темой. Полученные автором результаты согласуются с данными других исследователей, как по Среднему Уралу, так и по сопредельным районам. Соискателем создана стройная картина взаимосвязи биогенных компонентов с состоянием ОС. Кроме того, при обработке и интерпретации фактического материала В.А. Почечун продемонстрировала хороший уровень владения современными методами геоэкологических исследований: использовала аналитический метод, системный анализ техногенных воздействий на ОС, лабораторные, расчётно-графические методы, и результаты экспериментальных работ, многочисленные картографические материалы, приемы математической статистики и методы моделирования. Это свидетельствует о высоком уровне подготовки соискателя и подтверждает достоверность сделанных им выводов.

5. Значимость результатов для науки и практики. Автор при геоэкологической оценке современного состояния компонентов ОС под воздействием горно-металлургических предприятий впервые использовал не только косные компоненты среды, но и такие биогенные компоненты, как ряд видов растительности и животного мира (*Drosophila melanogaster*, мелкие млекопитающие, рыбы). Расчеты биогеохимического баланса загрязняющих элементов, мигрирующих из отходов горно-металлургических предприятий в ОС, положены в основу обоснования эффективности применения биогеохимических барьеров, которые разработаны и внедрены на предприятиях ГМК для очистки поверхностных вод (Патент на полезную модель №133826 от 27.10.2013). Разработки и рекомендации соискателя внедрены так же в природоохранных органах Свердловской области, в научно-производственные программы ряда НИИ и в учебный процесс. По теме диссертации автором опубликовано два учебных пособия.

6. Оценка содержания диссертации. Вопросы формирования геоэкологических условий одного из старейших горнорудных регионов страны относятся к фундаментальным проблемам геоэкологии и наук о Земле, в целом. Как считает и сам соискатель, эти вопросы следует рассматривать в комплексе с фундаментальными проблемами геологии, геотектоники, геофизики, литологии, стратиграфии, гидрогеологии и пр.

В первом защищаемом положении автор утверждает, что «региональный геоэкологический анализ базируется на изучении триады – структура, функционирование, развитие», и в связи с этим пытается логически выстроить оптимальный путь исследования природно-техногенной геосистемы, оценить ее экологическую ситуацию для выбора управленческих решений. Автор совершенно справедливо отмечает, что «системный подход, являясь теоретической основой, определяет путь и логику исследований, помогает конструировать объект исследований и выявляет те основные факторы, которые определяют сущность и закономерности функционирования системы». Первое защищаемое положение автором констатируется, но не обосновывается. Справедливо указывается о необходимости изучения сложно организованных систем, включающих техногенные и природно-техногенные системы, которые действительно требуют иных методов изучения и управления, нежели природные системы. Автор утверждает, что «В качестве одного из объектов исследований системная методология использует геосистему (ГС). В настоящее время не существует ни единой трактовки понятия «геосистема», ни общепринятой классификации ГС». Во-первых, системный анализ или системный подход представляет собой, как указано в энциклопедическом словаре «направление методологии научного познания ..., в основе которого лежит рассмотрение объектов как систем» Он «ориентирует исследования на раскрытие целостности объекта, на выявление многообразных типов связей в нем и сведение их в единую теоретическую картину». Модное сочетание слов «системная методология» уже само по себе отдает тавтологией, поскольку системный подход является направлением методологии. Автор, вроде бы правильно констатирует, что «системный подход, являясь теоретической основой, определяет путь и логику исследований, помогает конструировать объект исследований и выявляет те основные факторы, которые определяют сущность и закономерности функционирования системы». Но системным подходом надо овладеть, а пока автор пользуется фактически резольютивным подходом, расчлняя объекты на части и, изучая их по частям. Автор заблуждается, утверждая, что «В настоящее время не существует ни единой трактовки понятия «геосистема», ни общепринятой классификации ГС». Эти вопросы давно обсуждаются в литературе и, в частности, в работе Ревзон А.Л. (Картографирование состояний геотехнических систем / А.Л. Ревзон. М.: Недра, 1992. 223 с.), а так же в работах О.Н. Толстихина и других исследователей. То есть, первое защищаемое положение сформулировано неудачно. Оно не связано с работой соискателя, отражая его общие и, в целом, растущие, но пока несколько эклектичные мировоззренческие представления.

Второе защищаемое положение о том, что «Современное состояние ОС формируется при взаимодействии природных и техногенных элементов структуры геосистемы, определяющих ее экологическую ситуацию, в качестве индикаторов которой можно использовать почвообразующий горизонт... и биологический тест-объект – *Drosophila melanogaster*, характеризующий экологическое состояние биоты», является принципиально

новым. До сих пор в качестве индикаторов экологической ситуации биологический тест-объект *Drosophila melanogaster* не использовался. В обоснование этого положения автор сопоставляет этот индикатор с геологическим строением и фоновыми концентрациями химических элементов в ОС. Это вносит новую струю в геоэкологические исследования региона в части влияния геологической среды на биосферу. В качестве индикаторов автор использует также почвообразующий горизонт и мелких млекопитающих. При этом, соискатель использует тест-объект *Drosophila melanogaster* для выявления токсического и мутагенного эффектов и сопоставления с биохимическими параметрами человека. Это новый подход к биоиндикации состояния ОС. С этой целью осуществлена серия оригинальных экспериментов с количественной характеристикой мутагенного и токсического эффектов. Используются такие показатели, как изменения при морфогенезе крыла и генотоксический эффект. Показано, что ПДК металлов, в частности, меди для модельной тест-системы сопоставимы с ПДК для человека. В тест-объект медь поступала с водой. Доказано, что при концентрациях CuSO_4 2,5-5 мг/дм³ общая площадь крыла в опыте была меньше, чем в контроле. Эксперименты показали, что данная тест-система реагирует на изменение ОС по тем же показателям, как у человека, и ее можно использовать для оценки состояния биосферы районов меднорудной промышленности. Экспериментально автором получены оригинальные результаты по содержанию тяжелых металлов в теле имаго *Drosophila melanogaster* линии «Север», которые накапливаются и в ОС. Показано, что загрязнение медью *Drosophila melanogaster* превышает фон в 120 раз.

По третьему защищаемому положению большим достижением соискателя является выявление механизма техногенного поступления, загрязняющих элементов в геологическую среду, что влияет на устойчивость биоты и геосистемы в целом. Это подтверждено результатами расчета биогеохимического баланса. Сделан вывод, что устойчивость биотической составляющей зависит от расстояния от источника загрязнения. Результаты расчетов биогеохимического баланса позволили оценить устойчивость геосистемы путем определения величин аккумуляции и выноса загрязняющих веществ, что и определяет степень ее деградации

Четвертое защищаемое положение посвящено направлению развития геосистемы, зависящему от накопления загрязняющих веществ. Положения о том, что нормирование загрязняющих веществ может проводиться по значениям предельно допустимых и фоновых концентраций и, что при длительном превышении нормативов формируется неблагоприятная экологическая ситуация, общеизвестны и не нуждаются в обосновании. А вот необходимость внедрения экологически и экономически эффективных биогеохимических барьеров и системно организованного мониторинга было бы желательно конкретизировать в защищаемом положении. Большой интерес представляют результаты исследований автора в районе Южного залива Северского водохранилища у г. Полевской на объектах работ предприятия ОАО «Уралгидромедь». Залив представляет собой техногенный водоем, в который сбрасываются сточные воды предприятия.

Несомненную ценность представляет комплексность исследований, в частности, ихтиологические материалы в комплексе с гидрогеохимическими. Показано, что, несмотря на хорошую кормовую базу, темп роста рыбы в пруду не превышает низкий или средний. Повышенное содержание меди в костной ткани (5,35 мг/кг против 4-х в других водоемах) обусловило проявление токсикоза, разрушение лучей хвостового плавника и язвы на теле, что указывает на высокую токсичность среды обитания рыбы.

Не вызывает сомнений большое научное и практическое значение результатов автора по изучению очищающей способности водной растительности (рогоза узколистного и хвоща болотного), которые эффективно очищают воду от железа, меди, цинка, свинца, кадмия, мышьяка и сульфатов до уровней требований к воде питьевого или санитарно-бытового назначения. В связи с этим, рекомендации соискателя о создании в Южном заливе биогеохимического барьера в виде биоплато с использованием указанных растений имеет большое народнохозяйственное значение, характеризуется высокой экономической эффективностью и заслуживает широкого распространения в аналогичных условиях в других регионах.

Не меньший интерес вызывают результаты изучения мелких млекопитающих у медеплавильного завода ОАО «СУМЗ» с тремя ключевыми участками, буферной и фоновой зонами, с отловом 490 особей. Установлено нарушение устойчивости биотической составляющей по мере приближения к источникам загрязнения. Выполненный автором расчет биогеохимического баланса показал, что при интенсивном поступлении тяжелых металлов в геосистему изменяется ее устойчивость, сопровождающееся накоплением их в окружающей среде, включая биоту. Изменение функционирования геосистемы сопровождается ухудшением состояния млекопитающих, как на ценооточном и популяционном, так и на организменном уровнях.

7. О личном вкладе соискателя в диссертационную работу. Соискателем выполнено крупное научное обобщение на основе, лично осуществленных им полевых работ, в процессе которых собран неравноценный, но достаточно представительный фактический материал, который и положен в основу научно-исследовательских работ. В ходе их соискателем собраны и систематизированы материалы, содержащие данные по геоэкологии региона с оценкой состояния не только косной составляющей окружающей среды, но и по весьма представительным видам живого вещества, как растительности, так и животного мира. В комплексном освещении косных и биотических составляющих геосистемы автора можно назвать пионером, и не только в регионах Урала. В частности, впервые определены региональные фоновые концентрации загрязняющих компонентов в таких живых организмах, как *Drosophila melanogaster*. Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» на кафедре гидрологии и охраны водных ресурсов и федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении

высшего профессионального образования «Уральский государственный горный университет» на кафедре геоэкологии, на которой автор проработал более 12 лет. Материалы исследований, положенные в основу диссертации, собраны при работе на этой кафедре и, судя по публикациям автора, лично им обработаны. Не вызывает сомнения, что основные результаты и выводы по ним получены самостоятельно соискателем.

8. Публикации, отражающие основное содержание диссертации. Основные результаты исследований опубликованы автором в 43 научных работах, включая 12 публикаций в рецензируемых изданиях из Перечня ВАК, в 4-х монографиях в соавторстве, 2-х коллективных учебных пособиях и в 27-ми публикациях в других изданиях. Основные положения диссертации апробированы, докладывались и обсуждались на многих международных, всероссийских и региональных научных конференциях, в крупнейших научных центрах: Москве (2006, 2007, 2010), Перми (2006, 2009, 2011), Оренбурге (2006, 2008), С-Петербурге (2005, 2008), Екатеринбурге (2002, 2003, 2005, 2011), Архангельске (2004, 2008), Кирове (2006, 2010), Омске (2006), Иркутске (2010), Казани (2013). Автореферат отражает основные идеи, выводы и содержание диссертации.

9. Замечания Автор выполнил значительные обобщения, подняв крупную, острую и актуальную проблему по защите окружающей среды горнорудных районов Среднего Урала. Но такая крупная работа не может быть свободной от ряда недостатков.

1. Автор правильно констатирует, что такое «системный подход, но им надо овладеть, а пока автор пользуется фактически принципом Вант-Гоффа или резольютивным подходом, расчлняя объекты на части и, изучая их по частям. Он заблуждается, утверждая, что «В настоящее время не существует ни единой трактовки понятия «геосистема», ни общепринятой классификации ГС». Они известны и, в частности, в работе Ревзон А.Л. (Картографирование состояний геотехнических систем / А.Л. Ревзон. М.: Недра, 1992. 223 с.), а так же в работах О.Н. Толстихина и других исследователей. То есть первое защищаемое положение, и название работы сформулированы неудачно. Положение не связано с работой соискателя, отражая общие и, в целом, растущие, но пока несколько эклектичные мировоззренческие представления.

2. Соискатель не всегда четко отделяет результаты своих исследований от исследований других авторов. Практически нет ссылок не только на работы других авторов, но и на свои собственные работы. Так в автореферате только в преамбуле к главе первой в виде поминальника перечислены фамилии В.И. Вернадского, 1934, А.Е. Ферсмана, 1939, Ю.Е. Саета, Б.А. Ревича, Е.П. Янина, 1986, В.В. Иванова, 1994, А.И. Семячкова, Ю.Л. Мельчакова, В.Н. Удачина, 2009, В.Б. Сочавы, А.Д. Арманд, 1975, 1989, А.В. Позднякова, 2007, Б.В. Ряшко, 1995. А в самом тексте автореферата имеется только ссылка на стр. 29, на Семячкова, Грязнова и др., 2001, на стр 17- на работы Л.И. Сипливых и др., 1973, Г.А. Вострокнута, 1991. На геологической карте Кировградского промузла (рис. 4 автореферата и № 2.3 на стр. 66 диссертации, составлена по материалам И.Д. Соболева) и Высокогорского рудного поля (рис. 2.4 диссертации) не указано кем составлены карты.

Отмечено еще, что карта физико-географического районирования Свердловской области составлена В.Г. Капустиным, 2009. Автором приведено много рисунков с картографическим отражением поведения металлов в снеговом покрове и почвах. В тексте есть ссылки на работы А.И. Семячкова с описанием ореолов по этому автору, а в подрисуночных подписях, например, к рис. 3.7-3.10, 4.4 диссертации указано, что составил автор, но не указано, когда автор проводил новое повторное опробование (за исключением рис. 3.11 и 3.12), и в чем разница с предыдущими построениями, если описание дано по А.И. Семячкову, в частности, по его работе: «Металлы в окружающей среде горно-металлургических комплексов Урала». Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2001. – 320 с. Ряд аналогичных построений по ряду ГОКов Среднего Урала имеется и в диссертации А.А. Фоминых, но ссылки на этого автора в библиографическом списке приведены только по его совместным тезисам докладов, а ссылка на автореферат диссертации отсутствует у соискателя. Не ясно, что соискатель внес нового в своих картографических построениях.

3. С точки зрения современных геологических представлений характеристика природной составляющей геосистемы региона несколько хромает. Во-первых, автор почему-то обошел критику вопроса геосинклинального строения региона в связи с теорией плюмов, рассматривая Тагило-Магнитогорский синклинорий, а не прогиб горно-складчатой части Среднего Урала и включил Верх-Исетские граниты в геосинклиналь, а не в Восточно-Уральское поднятие. И, во-вторых, соискатель почему-то подменил природные элементы геосистемы структурами ГМК, что представляется не корректным. Под природными элементами геоструктуры автором понимаются геологические структуры, которые формировались сотни миллионов лет, а горно-металлургический комплекс региона по автору не превышает 300-от лет, включая Кировградский промузел, характеризующийся как типовой для Среднего Урала с Пьянко-Ломовскими, Левихинско-Карпушихинскими и др. рудными полями.

4. Выделенные автором меднорудные и железорудные геосистемы не выдерживают критики, поскольку неясно куда же отнести медно-магнетитовые месторождения, например, Вадимо-Александровское?

5. Автором в Кировградском промузле с глубины 1 м отобрано и проанализировано всего 25 проб, что недостаточно для определения фоновых концентраций химических элементов в почвообразующем горизонте. К сожалению, автор не использовал соответствующие и очень представительные по объемам материалы из работ Центральной геохимической партии и Нижне-Тагильской экспедиции 1950-70-х гг., в частности, Г.А. Вострокнутова, Г.Б. Лифшица, И.В. Бабушкина, Г.В. Заравняева, В.Г. Прохорова и др., которые определили фоновые концентрации в каждом почвенном и подпочвенных горизонтах района с использованием сотен и тысяч проб.

6. В четвертом защищаемом положении основная изюминка работы очень разбавлена. О том, что нормирование загрязняющих веществ может проводиться по значениям предельно допустимых и фоновых концентраций

и, что при длительном превышении нормативов формируется неблагоприятная экологическая ситуация, общеизвестно и не нуждается в обосновании. А вот необходимость внедрения экологически и экономически эффективных биогеохимических барьеров и системно организованного мониторинга было бы желательно конкретизировать в защищаемом положении. Было бы логично объединить третье и четвертое защищаемые положения, что позволило бы углубить их смысл, формулируя не по отдельности результаты экспериментов, а обобщить роль растений, насекомых и млекопитающих в миграции элементов и самоочищении ОС.

7. Соискателем предложен критерий оценки (КО), использующий как предельно допустимые, так и фоновые концентрации: если ПДК и фоновые характеристики близки, то в качестве КО использовались ПДК, если ПДК и фоновые характеристики значительно отличаются друг от друга, то в качестве КО приняты фоновые концентрации. Остается неясным, как можно выделять двуликие единицы нормирования, названные автором КО и, отражающие на одной и той же карте предельно допустимые и фоновые концентрации. Критериями природно-техногенной системы могут быть либо ПДК, либо фоновые концентрации, то есть признаки однозначные, а не двуликие. Только так можно объективно охарактеризовать геосистему.

8. В работе и автореферате много мелких ошибок и не точных выражений, вводные выражения зачастую не выделяются запятыми, раздел 2.1.1 назван «Геолого-геохимическое строение – основной системообразующий фактор геохимического строения геосистемы», то есть строение есть фактор строения. В таблице «Результаты расчета среднегодового биогеохимического баланса территории Кировградского промузла» сумма указана и словами и знаком Σ , т/год. Использование откачных и закачных скважин не согласуется с правилами грамматики. На рисунке – Расположение ОАО «Уралгидромедь» и гидрографической сети района автор, видимо, имел в виду производственные объекты и хотел показать их расположение, но самого ОАО на карте нет. В подписи к рисунку «Расположение стоков в Северское водохранилище», видимо, автор имел в виду местоположение сброса сточных вод в водохранилище. Автор утверждает, что биоплато способно очищать водоем от локализованных стоков. Но зачем их очищать, если они уже локализованы и не могут наносить какой-либо вред?

10. Заключение. Представленная на защиту работа Почечун Виктории Александровны на тему «Региональный геоэкологический анализ природно-техногенной геосистемы горно-металлургического комплекса Среднего Урала» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные положения по проблемам геоэкологии горнорудных районов Среднего Урала с оценкой косных и биокосных компонентов ОС и прогнозом трансформации геосистемы под влиянием техногенных и природных процессов. Соискателем выполнены научно-методические исследования и практические разработки, имеющие существенное значение для изучения, моделирования и прогноза процессов техногенеза и предотвращения их негативных последствий, что имеет важное

научное и практическое народно-хозяйственное значение для горнорудных районов Среднего Урала.

Сделанные замечания носят частный характер и не могут повлиять на высокую оценку диссертационной работы Почечун Викторией Александровны. Соискателем обоснованы и внедрены на горно-металлургических предприятиях Среднего Урала и в природоохранных органах Свердловской области, в научно-производственные программы ряда НИИ и в учебный процесс достаточно эффективные мероприятия по предотвращению загрязнения. Соискателя можно назвать пионером комплексного исследования косных и биокосных элементов ОС. Работа производит хорошее впечатление и отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям ВАК Минобрнауки России в части пп. 9-13 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Считаю, что автор диссертационной работы Почечун Виктория Александровна сформировалась как ученый, способный к крупным научным обобщениям и решению важнейших народно-хозяйственных задач. Она заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 Геоэкология (науки о Земле).

Официальный оппонент:

доктор геолого-минералогических наук,
профессор

А.Я. Гаев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» (ОГУ)

460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13, кафедра геологии

Телефон +7(3532)372543,

e-mail: geologia@mail.osu.ru

Подпись профессора кафедры геологии Оренбургского государственного университета, доктора геолого-минералогических наук, профессора Гаева Аркадия Яковлевича заверяю

Секретарь Ученого совета Оренбургского государственного университета,
доцент

24.09.2014 г.



В.Л. Хрипко