

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор ФГБУН  
Институт земной коры СО РАН  
доктор геолого-минералогических наук  
Д.П. Гладкочуб



«04» сентября 2014г.

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ ФГБУН «Институт земной коры СО РАН»**

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

Представленная диссертация Почечун Виктории Александровны содержит 322 страницы текста, включая 123 рисунка, 65 таблиц, список из 279 наименований цитируемой литературы, введение, четыре главы и заключение. Объем автореферата диссертационной работы составляет 48 страниц текста.

#### **Актуальность темы**

Диссертационная работа Виктории Александровны Почечун посвящена разработке методологии геоэкологического анализа природно-техногенной геосистемы горно-металлургического комплекса (ГМК) Среднего Урала, где использование минеральных ресурсов является основой экономики этого региона. Деятельность горно-металлургических предприятий создает экологическую угрозу в результате поступления загрязняющих веществ, преимущественно металлов, во все элементы ландшафта – воздух, снежный покров, почвы, поверхностные и подземные воды, живые организмы. Всестороннее изучение экологических проблем, считает автор, возможно на базе геоэкологических исследований, базирующихся на системном подходе. Формирование экологической ситуации окружающей среды исследуемой территории под

воздействием ГМК предлагается рассматривать на основе природно-техногенной геосистемы III уровня (ПТГС) с определенными структурой, функционированием и условиями развития. В связи с изложенным актуальность темы исследований не вызывает сомнений, тем более что особое значение в этом случае имеют методические разработки проблемы.

**Степень обоснованности и достоверности научных результатов,  
выводов и рекомендаций**

Цель исследований, основные задачи и защищаемые положения сформулированы во введении работы, здесь же обоснована актуальность выбранной темы, методические подходы, научная новизна и практическая значимость выполненных исследований; отмечен личный вклад автора.

Первая глава – «Геоэкологические исследования: теория и практика» (с. 17–55). Представлены материалы по изученности вопроса: рассмотрены различные термины – экологические условия, техногенез, геохимия ландшафта, геоэкология, экологическая геология и др.; приведен анализ эколого-геохимической обстановки на Южном Урале, в том числе геохимии почвенного слоя (агрохимические, поисково-геохимические и экологические аспекты). Автор делает вывод о том, что в основе ранее выполненных исследований лежит эколого-геохимический анализ, и далее доказывает необходимость системного подхода для решения поставленных в работе задач. Очень подробно, с философских позиций, описываются принципы системного анализа (с. 24–40) и, наконец, излагаются его основы при изучении природно-техногенной геосистемы региона.

Конечно, все очень интересно, но слишком «запутано» и не совсем логично. Например, сначала рассматривается экологический мониторинг (с. 21), далее (с. 23) – эколого-геохимический анализ. А где региональный геоэкологический анализ, который исследует автор?

Конкретный объект изучения представлен в виде иерархического строения геосистемы III уровня (рис. 1.3, с. 42). Ясна логическая цепочка

этой геосистемы: структура (основные элементы) – функционирование (устойчивость) – развитие (экологическая обстановка). Снова упоминается системно-диалектический метод, согласно которому геоэкологический анализ объекта «заключается в обоснованном выделении его из среды как самостоятельной целостности, установлении внешних взаимодействий, выделении функциональных связей, описания его развития для принятия управленческих решений» (с. 50). Трудно представить более сложное определение этого понятия. Автор явно «идет на поводу» философских (теоретических) рассуждений, за счет которых можно было бы сократить главу, тем более что выводы даны очень конкретные и понятные. Интересно, что в этих выводах представлено другое определение регионального геоэкологического анализа – это учет региональных особенностей природно-техногенных геосистем при изучении их экологического состояния (с. 55).

Обоснованный и достоверный вывод по материалам первой главы сформулирован в качестве первого защищаемого положения.

**Положение 1. Разработанный на основе системно-диалектической методологии региональный геоэкологический анализ базируется на изучении триады – структура, функционирование, развитие. Это позволяет логически выстроить оптимальный путь исследования природно-техногенной геосистемы ГМК, достоверно оценить ее экологическую ситуацию и принять эффективные управленческие решения.**

Вторая глава – «Структура природно-техногенной геосистемы III уровня (с. 56–154). На основе совместного изучения природной и техногенной составляющей структуры геосистемы (ГС) представлена характеристика современного состояния их компонентов (рис. 2.2, с. 59).

Приведено описание элементов природной подсистемы конкретных пунктов (города Кировоград, Ревда, Первоуральск и Н. Тагил), для которых рассмотрены геологические особенности меднорудных и железорудных месторождений (рис. 2.3, с. 65–66; рис. 2.4, с. 76). Специальный раздел посвящен почвенным горизонтам – главному индикатору экологического состоя-

ния территории: на основе отобранных автором проб составлены карты концентраций в почвах меди, цинка, свинца, кадмия и мышьяка по сравнению с ПДК (рис. 2.5–2.9, с. 78–80) для различных ландшафтных зон. Аналогичные исследования выполнены для подземных и поверхностных вод, снежного покрова и растительности. Далее автор переходит к живым организмам, по которым можно определить степень мутагенного и токсического эффектов воздействия опасных микроэлементов (меди): в ловушках отобраны плодовые мушки (тест-объект – *Drosophila melanogaster*), для которых по специальной методике выполнены подробные исследования (с. 91–111) и сделан однозначный вывод – данная тест-система реагирует на изменение окружающей среды по тем же критериям, что и человек, поэтому этот биологический объект возможен к применению для экологической оценки территории (с. 111); в табл. 2.12 приведены результаты содержания меди, цинка, свинца и кадмия в объекте в качестве регионального фона. В диссертации указано, что эти исследования выполнены впервые, только неизвестно, какую часть регионального геоэкологического анализа они составляют и обязательно ли их выполнение во всех случаях. В чем же различия оценки геоэкологического и экологического состояния территории? Хотелось бы услышать ответ на этот вопрос.

Описаны техногенные элементы геосистемы – предприятия меднорудного и железо-рудного комплексов, их экономические параметры, указано содержание в концентратах соответствующих элементов (с. 111–116). Автор делает вполне естественный вывод о том, что экологическое состояние геосистемы является результатом взаимодействия природной и техногенной составляющих, когда из последней поступают загрязняющие вещества в окружающую природную среду. Далее рассматриваются факторы, которые «занимаются» распределением этих веществ, а именно климат (ветровой режим, температура в атмосфере, осадки), гидрографическая сеть (реки региона, изменение минерализации воды и т.д.).

Заключительная часть главы (с. 127–152) посвящена фактическому материалу, который характеризует современное состояние ПТГС: описаны полевые методики отбора проб почвы, древесной растительности, дрозофилы, природных поверхностных и подземных вод, составлены карты опробования; проведены лабораторные работы, при обработке информации использованы графические и вероятностно-статистические методы. Составлены многочисленные карты распределения меди и цинка в почвах, растениях, насекомых (дрозофиле), показано загрязнение почвенного слоя по марганцу и ванадию в районах шлаковых отвалов. Вывод весьма неутешительный – изученная геосистема сильно загрязнена (этого и следовало ожидать по причине очень длительной истории воздействия на Среднем Урале горно-металлургического комплекса), при этом на первом месте по степени загрязнения находятся живые организмы (более 120 фон), далее – поверхностные воды, почвы и растения.

Обоснованный (получен очень большой фактический материал) и достоверный вывод по материалам второй главы сформулирован в качестве второго защищаемого положения.

**Положение 2. Современное состояние окружающей среды формируется при взаимодействии природных и техногенных элементов структуры геосистемы, определяющих ее экологическую ситуацию, в качестве индикаторов которой можно использовать почвообразующий горизонт, отражающий общую геохимическую обстановку изучаемой геосистемы, и биологический тест-объект – *Drosophila melanogaster*, характеризующий экологическое состояние биоты.**

Третья глава – «Функционирование природно-техногенной геосистемы III уровня» (с.155–214).

Каким образом загрязняющие компоненты поступают в природно-техногенную систему? Ответ на этот вопрос и составляет содержание главы, в которой рассматривается процесс функционирования этой системы. Пути поступления компонентов – пылевые выбросы, сточные воды (выделены их

геохимические типы), складирование отходов производства (вскрышные породы, шлаки, различные шламы, пыль сухой газоочистки (всего 65 объектов имеется на территории Среднего Урала). Главный индикатор поступления загрязнителей – снежный покров, при этом сначала в облаке образуются снежинки и они вместе с влагой выпадают на землю, затем происходит «сухое» загрязнение уже выпавшего снежного покрова из атмосферы. Для снега определялись концентрации меди и цинка при воздействии меднорудной промышленности, марганца и ванадия – железорудной. Составлены карты содержания меди, цинка (по сравнению с фоном) в снежном покрове, а также покрывающей его пыли (рис. 3.3–3.10, с. 166–171). Представлены впечатляющие цифры: ежедневно с отвала уносится около 9 тонн пыли, которая загрязняет атмосферу.

Рассмотрены закономерности миграции опасных элементов в различных компонентах окружающей среды. В этом случае «включается» фактор времени – составлены карты загрязнения снежного покрова по марганцу и ванадию от шлаковых отвалов в определенных пунктах за 2007 г. и 2010 г. (рис. 3.11–3.12, с. 175–176). Представлена схема миграции загрязняющих веществ в природно-техногенной геосистеме (рис. 3.13, с. 177). Серьезные геохимические материалы рассмотрены для почв и поверхностных вод. Например, зная концентрации меди в сточных водах или в атмосферном воздухе, можно прогнозировать ее содержание в поверхностных водах (построены математические модели для расчетов). Получены уравнения регрессии, отражающие корреляционные зависимости между содержанием меди в снежном покрове и почве, почве и растениях. Можно проследить полный цикл миграции по меди от ее техногенного привноса (выбросы предприятиями в атмосферу, пыление с отвалов) до ее выпадения на снежный покров, а затем через почву в организмы растений (и людей?).

Последним тезисом является оценка изменения устойчивости природно-техногенной системы. Автор, не рассматривая термина «устойчивость», который в различных смыслах применяется при геоэкологическом анализе (на-

пример, устойчивость геологической среды), считает, что наиболее информативным показателем служит состояние биоты (с. 189). В качестве объектов изучения используются мелкие млекопитающие – отловлено 490 особей и восемь видов мышевидных грызунов и мелких насекомоядных, далее проводятся исследования специальных морфофизиологические признаков и определяются концентрации токсичных элементов в рационах и органах-мишенях (свинец в скелете, кадмий в почках). Считаем, что все это очень далеко от регионального геоэкологического анализа территории и касается чисто экологических аспектов. В этом же плане разработаны уравнения биохимического баланса, который учитывает объемы загрязняющих веществ во всех компонентах окружающей среды: снежном покрове, почвах, почвообразующем горизонте, природных водах, растительности и живых организмах.

Вывод – функционирование природно-техногенной геосистемы представляет собой процесс, состоящий из трех взаимосвязанных частей: поступление загрязняющих веществ, их миграции в геосистеме и изменение ее устойчивости (за счет поступления и миграции этих веществ внутри самой геосистемы).

Обоснованный (с помощью материалов биогеохимического характера) и достоверный вывод по материалам третьей главы сформулирован в качестве третьего защищаемого положения.

**Положение 3. Техногенное поступление и миграция загрязняющих веществ в результате функционирования геосистемы способствует накоплению загрязняющих элементов в компонентах ГС и ведет к изменению как устойчивости биотической составляющей (это подтверждается ухудшением экологического состояния мелких млекопитающих на всех уровнях: ценотическом, популяционном и организменном), так и геосистемы в целом (о чем свидетельствуют результаты расчета биохимического баланса).**

Четвертая глава – «Развитие природно-техногенной геосистемы III уровня» (с. 215–286).

Геосистема может развиваться как в сторону регресса (деградация природной составляющей), так и в сторону прогресса (сохранять или приближаться к естественному состоянию природной среды). Управление геосистемой с точки зрения прогрессивных изменений связано, естественно, с внедрением природоохранных мероприятий.

Приведены результаты развития меднорудной системы III уровня на примере ОАО «Уралгидромедь» (с. 216–269): описано современное экологическое состояние района на основе санитарно-гигиенических и экологических показателей с использованием ПДК веществ и фоновых характеристик; приведены карты содержания меди в почвах, растениях, поверхностных водах; подробно описана методика исследований; в качестве объекта использованы лещ, окунь, щука (Южный залив, Северское водохранилище). Сделан вывод – для предотвращения превращения экологической ситуации в «бедствие» необходимо внедрить природоохранные мероприятия, направленные на улучшение состояния водного компонента (очистные сооружения, струенарправляющие дамбы, напорные фильтры и др.). В качестве специального вопроса обосновано использование биогеохимического барьера – самоочищающей способности Железянского и Южного залива (выполнены расчеты по сульфатам, цинку, меди; проведен эксперимент на специальной ботанической площадке за три летне-осенних сезона). Сделан экономический расчет: строительство биохимических барьеров (например, на акватории Железянского залива создается биоплато) стоит 5 млн. руб, но в результате их создания будет предотвращен ущерб в 95,11 млн. руб.

На примере шлаковых отвалов ОАО «НТМК» представлены результаты изучения железорудной геосистемы III уровня (с. 269–283). Выделены участки рассеивания загрязняющих элементов в компонентах окружающей среды. В качестве ведущего фактора использовался суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ) по тяжелым металлам – V, Cr, Mn, Co. Приведены объемы складированных отходов (табл. 4.14, с. 274), данные о составе частиц в отвалах и запасах загрязняющих веществ (табл. 4.16, с. 275). По показателю загрязне-

ния выполнена оценка состояния снежного покрова, почв и растительности в районах расположения отвалов, составлены карты загрязнения (рис. 4.33–4.35, с. 276–279). На основании этих материалов автор делает вывод о необходимости мониторинга по атмосферному воздуху, снегу, почвам, поверхностным водным объектам и биоте, результаты которого позволят выбрать природоохранные мероприятия для улучшения экологической обстановки. Здесь, пожалуй, впервые (с. 281) упоминается о мониторинге геологической среды – почвообразующего горизонта (грунтовые толщи какой мощности должны исследоваться?) и подземных вод, а также указывается на необходимость прогноза опасных процессов (видимо, экзогенного характера?). Но главный акцент автор ставит на биогеохимические барьеры, с помощью которых возможно управление геосистемой. Так ли это?

В целом управление развитием геосистемы (третий элемент в ее составе) основано на результатах геохимического мониторинга. А где же региональный геоэкологический анализ природно-техногенной геосистемы горно-металлургического комплекса Среднего Урала?

Обоснованный и достоверный вывод по материалам четвертой главы сформулирован в качестве четвертого защищаемого положения.

**Положение 4. Направление развития геосистемы зависит от накопления в ее элементах загрязняющих веществ. При отсутствии нормативных значений загрязнителей нормирование может проводиться по критерию оценки, использующего как предельно допустимые, так и фоновые концентрации. При длительном превышении нормативов формируется неблагоприятная экологическая ситуация. В этом случае для обеспечения развития геосистемы в сторону прогресса необходимо ею управлять, что связано с внедрением экологически и экономически эффективных природоохранных мероприятий – биохимических барьеров и системно организованного мониторинга.**

Заключение (с. 287–292) – отмечается, что поскольку любая сложная система обладает структурой, функционированием и развитием, то предла-

гаемая методика регионального геоэкологического анализа включает изучение указанных трех основных блоков; суть геоэкологического анализа отражена в схеме (с. 292).

В соответствии с изложенным выше, следует отметить, что предложенные соискателем защищаемые положения достаточно обоснованы, подтверждены фактическим материалом и в значительной степени раскрывают содержание работы, ее актуальность, научную новизну и практическую значимость исследований.

### **Научная новизна исследований и полученных результатов**

Научная новизна диссертационной работы отражена в защищаемых положениях, сформулирована в виде десяти позиций (с. 8–9) и заключается в разработке структуры и содержания регионального геоэкологического анализа, проведении оценки современного состояния компонентов окружающей среды Среднего Урала при воздействии предприятий ГМК, использовании биологической тест-системы, проведении расчета биохимического баланса, а также доказательстве необходимости внедрения системы экологического мониторинга исследованной территории для принятия управляющих решений.

Предложен критерий оценки экологической ситуации природно-техногенной системы III уровня и показано преимущество и экономическая эффективность использования биогеохимических барьеров для очистки поверхностных вод предприятий ГМК.

В начале диссертации представлена общая (теоретическая) схема реализации геоэкологического анализа природно-техногенной геосистемы (рис. 1, с. 11), в конце – схема для геосистемы III уровня с конкретными данными о её структуре, функционировании и характере развития (рисунок – с. 292).

**Практическая значимость и конкретные рекомендации  
по использованию результатов и выводов,  
приведенных в диссертационной работе**

Результаты и выводы, приведенные в диссертации, используются различными предприятиями (они перечислены в диссертации и автореферате), в Министерстве природных ресурсов Свердловской области, научно-исследовательских институтах, занимающихся проблемами экологии, а также при проведении научно-исследовательских работ в рамках государственного задания по теме «Развитие методологии оценки и управления экологическими рисками на горных предприятиях» (все-таки экологическими рисками, а не геоэкологическими?); получен один патент на «полезную модель» (что это за модель?). Особое значение имеют три учебных пособия, которые используются в курсах лекций по общей экологии, промышленной экологии и геоэкологии. Таким образом, практическую значимость выполненных диссертантом исследований трудно переоценить.

Отметим очень весомый личный вклад при создании представленной работы – это составление многочисленных программ полевых исследований в рамках хоздоговорных тем; участие в полевых и лабораторных работах и статистической обработке их результатов; расчеты биохимического баланса, экологической и экономической эффективности использования биогеохимических барьеров; картографирование; моделирование в лабораторных условиях; разработка методов биотестирования.

**Замечания по диссертационной работе и автореферату**

1. Объектом работы является геоэкологический анализ определенного региона и, видимо, лишним оказывается прилагательное «региональный» в ее названии. Предмет исследований заключается в оценке геохимической функции верхней части литосферы, где действуют определенные источники техногенных воздействий, при этом проводится своеобразный «региональ-

ный геохимический мониторинг» в пределах определенной природно-техногенной геосистемы. Следовательно, геоэкологический анализ в данном случае можно рассматривать как результат этого мониторинга. Правильно ли это? Отметим, что в литературе имеются иные представления о геоэкологическом анализе территории, связанном с геодинамической функцией литосферы, ссылки по этому поводу в тексте отсутствуют. Например, в 2000 г. опубликована монография Макарова С.А., Рященко Т.Г., Акуловой В.В. «Геоэкологический анализ территорий распространения природно-техногенных процессов в неоген-четвертичных отложениях Прибайкалья», в которой приводится иное определение геоэкологического анализа (с. 14).

2. Научная новизна выполненных исследований включает десять позиций (с. 8–9), что заставляет думать о том, что работа эксклюзивна полностью, что, естественно, не совсем так (обзор проблемы это доказывает). В процессе апробации результатов выполненных исследований по выбранной теме отсутствуют зарубежные доклады, кроме того, в списке литературных источников имеется всего десять зарубежных авторов, работы которых относятся к 1938–1987 гг.

3. В первой главе «Геоэкологические исследования: теория и практика» (с. 17–55) слишком много философии, что, конечно, свидетельствует об эрудиции автора, однако, к сожалению, отсутствует упоминание о геологической среде и ее устойчивости (табл.1.1, с. 30–32). Поскольку специальность «геоэкология», по которой защищается соискатель, отнесена к наукам о Земле, геологическую среду как минеральную основу существования биоты следует считать ведущим фактором геосистемы, в работе – наоборот, этот фактор статический. По этой причине к числу динамических факторов структуры геосистемы относятся снежный покров, почвы, поверхностные и подземные воды, растительность, биоценозы, для которых проводится геоэкологический (экологический?) мониторинг (изучается миграция загрязняющих компонентов и направленность развития этого процесса). В то же время отсутствуют данные о глубине проникновения загрязняющих компонентов в

грунтовые толщи (имеются в виду дисперсные и скальные природные и техногенные грунты – почвообразующий субстрат).

4. В работе рассматриваются собственно экологические аспекты с позиций оценки биоты (плодовая мушка-дрозофила) в качестве «накопителя» загрязняющих компонентов. Однако известно, что при геоэкологических исследованиях (науки о Земле) изучается влияние биоты на характер изменения физико-механические свойства глинистых грунтов (работы Р.Э. Дашко по глинам, распространенным в подземном пространстве г. Санкт-Петербурга), но в представленной диссертации какие-либо сведения относительно этого направления отсутствуют.

Некоторые замечания и связанные с ними вопросы были высказаны выше при анализе приведенных в главах материалов.

### **Заключение**

Несмотря на указанные замечания, актуальность выполненных исследований, их научная новизна, достоверность и объем фактического материала, личный вклад автора позволяют рассматривать представленную диссертацию как законченное научное исследование, результаты которого могут быть рекомендованы для практического использования в регионе, а также в учебном процессе при подготовке специалистов в области геоэкологии, общей и промышленной экологии.

Автореферат диссертации отражает содержание защищаемых положений и соответствует диссертационной работе. По результатам исследований автором опубликовано 43 работы, в том числе четыре монографии, три учебных пособия, 12 статей в ведущих журналах из Перечня публикаций, рекомендованного ВАК РФ. Публикации отражают основные положения диссертации.

На основании вышеизложенного можно заключить, что представленная диссертационная работа соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, а ее автор Виктория Александровна Почечун заслуживает присвоения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 – геоэкология (науки о Земле).

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на заседании Ученого совета ФГБУН «Институт земной коры СО РАН» 09.09. 2014 г., протокол № 9.

Ведущий научный сотрудник  
лаборатории инженерной геологии и  
геоэкологии, доктор геол.-мин. наук,  
профессор

 Рязченко Тамара Гурьевна

Иркутск

Подпись Рязченко Т.Г. \_\_\_\_\_ заверяю  
Зав. канцелярией Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Института земной  
коры Сибирского отделения Российской  
академии наук \_\_\_\_\_  
« 09 » 09 2014 г.

