

5. Оровецкий Ю. П. Мантийный диапиризм.— Киев : Наук. думка, 1990.— 172 с.
6. Оровецкий Ю. П. Эндогенно-геодинамическая модель развития Восточно-Европейской платформы в докембрии // Геофиз. журн.— 1993.— № 6.— С. 44—53.
7. Оровецкий Ю. П., Комаров А. Н., Чекунов А. В. Глубинное строение, эволюция тектоносферы и проявления золота на Украинском щите // Докл. АН Украины.— 1993.— № 2.— С. 107—112.
8. Сводная карта аномального магнитного поля УССР.— 1 : 1 000 000.— Киев : [Мингео УССР], 1970.
9. Соллогуб В. Б. Литосфера Украины.— Киев : Наук. думка, 1986.— 184 с.
10. Чекунов А. В. Структуры «крокодилы» в литосфере Восточной Европы // Докл. АН Украины.— 1993.— № 8.— С. 110—115.
11. Щербак Н. П., Бартицкий Е. Н., Бибикина Е. В. и др. Ранняя кора Украинского щита (состав и возраст) // Ранняя кора: ее состав и возраст.— М. : Наука, 1991.— С. 122—151.
12. Щербаков И. Б. Петрография докембрийских пород центральной части Украинского щита.— Киев : Наук. думка, 1975.— 280 с.

Ин-т геофизики НАН Украины, Киев
Ин-т геохимии, минералогии
и рудообразования НАН Украины, Киев

Статья поступила
26.04.94

Ю. П. Оровецкий, С. С. Красовский,
Л. Т. Калюжна, П. Я. Купрієнко, Л. М. Степанюк

БУДОВА ТА ЕВОЛЮЦІЙНА МОДЕЛЬ ЗЕМНОЇ КОРИ ПОБУЗЬКОГО СИНКЛІНОРІЮ (УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ)

Резюме

На підставі комплексу геолого-геофізичних даних побудовано палеогеодинамічну модель Побузського синклінорїю (Український щит), згідно з якою його структура вважається алохтонною з надвиженням на західний край Кіровоградської протоплатформи.

Yu. P. Orovetskij, S. S. Krasovskij,
L. T. Kaluzhnaya, P. Ya. Kuprienko, L. M. Stepanjuk

STRUCTURE AND EVOLUTIONAL MODEL OF EARTH CRUST OF POBUSHJE'S SYNCLINORIUM (UKRAINIAN SHIELD)

Summary

On the base of complexity of geologo-geophysical data a paleogeodynamic model of Pobuzh'ye synclinorium (Ukrainian shield) is done according to which its structure is allochthonous with thrusting over Kirovograd protoplatform.

УДК 551.491.4:001.8

Ю. Г. Юровский, И. М. Байсарович

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЗАМЫКАЮЩИХ СТВОРАХ РЕЧНЫХ БАСЕЙНОВ МАЛЫХ РЕК (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КРЫМА)

Рассмотрены условия миграции и накопления токсических веществ (тяжелые металлы, нитраты) в системе элювиальные воды—тонкие фракции аллювия—поверхностные воды—взвеси. Общую токсичность оценивали по методу биотестирования. Геоэкологическая ситуация в замыкающих створах интерпретируется как интегральный показатель антропогенного влияния на площадь водосборных бассейнов.

Природные воды, как и атмосферный воздух, являются одними из основных агентов переноса загрязнений, продуцированных деятельностью человека. В условиях суши наиболее подвержены антропогенному влиянию поверхностные воды—водоемы и водотоки как самая динамическая составляющая гидросферы. Другой динамической составляющей являются подземные воды первого от поверхности водоносного горизонта, дренируемые речными долинами и эрозивно-балочной сетью. Движение загрязняющих веществ в случае гидравлической связи этих составляющих происходит по известной схеме: 1) попадание на почву—плоскостной смыв—руслонная сеть; 2) попадание на почву—инфильтра-

ция (инфлюация) — разгрузка в виде источников или непосредственно в русловую сеть. В первом и втором случаях скорости движения загрязняющих веществ отличаются на порядки (метры в секунду и метры в сутки).

При проведении эколого-геохимических исследований определение путей миграции загрязняющих веществ, механизма и скорости их движения имеет принципиальное значение, так как эти процессы функционально связаны с состоянием водных объектов, геологической среды и физико-химическими свойствами самих загрязняющих веществ. Перечислим наиболее существенные из них: сорбция загрязняющих веществ в толще почвогрунтов; механическое накопление и сорбция донными отложениями водотоков и водоемов; самоочищение водотоков и водоемов; деструкция нестойких соединений, зависящая от периода полураспада и физико-химических условий среды.

Не менее важное значение имеют период и интенсивность действия, а также характеристики самого источника загрязнения и его площади (площадные — сельскохозяйственные угодья,

© Ю. Г. ЮРОВСКИЙ, И. М. БАЙСАРОВИЧ, 1995

промышленно-городские агломерации, жилпоселки и др.; линейные — транспортные магистрали, дренажные системы, сбросные каналы и др.; точечные — необорудованные хранилища химпродуктов, отстойники, канализационные коллекторы, фермы и др.). Поля загрязнений на урбанизированных территориях, генерируемые различными источниками, часто накладываются друг на друга, причем эффект их воздействия на окружающую среду и биологические объекты чаще всего не равен сумме арифметических показателей концентраций и компонентов загрязняющих веществ.

В пределах малых речных бассейнов практически все виды загрязнений, попадающие в природные воды из разных источников, сравнительно быстро (в зависимости от времени водообмена) достигают устьевых частей рек. Таким образом, если не детализировать общую эколого-геохимическую ситуацию в пределах площади водосбора каждой реки, в замыкающих створах можно определить интегральные показатели загрязнений поверхностного и подруслового стока для всего речного бассейна и масштабы выноса токсических веществ в другие водоемы, водотоки и прибрежную зону моря. В методическом плане такой подход следует рассматривать как первый этап проведения геоэкологического исследований, корректирующий их дальнейшую направленность и определение экологических нагрузок на отдельные таксоны в пределах речных бассейнов.

В контексте приведенных положений рассмотрим результаты исследований, выполненных в юго-восточной части Крыма (см. рисунок). Представления о его относительном экологическом благополучии были связаны со сравнительно малой плотностью населения, отсутствием крупных промышленно-городских агломераций, слабо развитой транспортной сетью, небольшими площадями сельскохозяйственных угодий, ограниченных горным рельефом.

Краткая характеристика объектов исследований. Бассейны рек южной части восточного Крыма расположены на южных склонах главной гряды Крымских гор и образовались в породах флишевого комплекса триас-юрского возраста. Величины водосборных площадей изменяются в пределах 23—157 км². Условия формирования поверхностного стока имеют сходный характер, паводочный режим (крымский тип, по Б. Д. Зайкову) с пересыханием в период летне-осенней межени. Годовой сток отличается значительной изменчивостью, слабо коррелирует с площадью бассейнов и имеет тенденцию к увеличению с востока на запад. Модули стока варьируют в широких пределах — от 0,48 до 17,2 л/с·км². В ряде речных русел отмечено поглощение части поверхностного стока аллювиальными отложениями (реки Ускуп, Артап, Шелен, Отуз). В приустьевых частях пе-

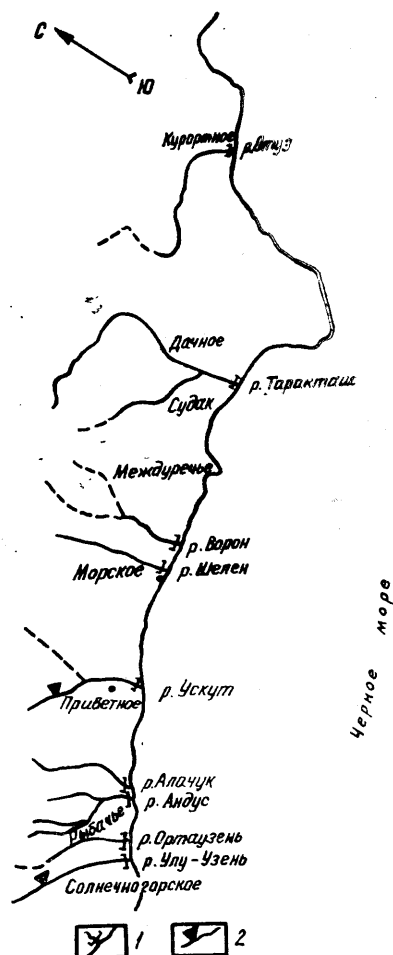


Схема расположения замыкающих створов в юго-восточной части Крыма
Створы: 1 — замыкающие, 2 — контрольные

реуглубленных долин буровыми скважинами на глубине 2,5—24,9 м в аллювиальных отложениях вскрыты два-три водоносных слоя со слабым напором. Фильтрационные свойства слоев характеризует резкая анизотропия (1,5—15 м³/сут). Из-за низкой проницаемости водоупорных слоев водообмен между слоями затруднен, кроме верхней части разреза и участков поглощения.

Геологическое строение района, состав и водно-физические свойства пород, морфология долин накладывают отпечаток на формирование химического состава речных и аллювиальных вод. Очевидно, привнос микроэлементов в русловую сеть происходит в периоды склонового стока, а изменение концентраций зависит от времени добегания до замыкающего створа.

Методика исследований. Для оценки антропогенных нагрузок нами в замыкающих створах определены содержания токсичных элементов первого, второго и, частично, третьего классов опасности: в жидкой фазе поверхностных водотоков, в аллювиальных водах зоны активного водообмена с русловым стоком и в твер-

дой фазе — в аллювиальных отложениях и минеральных взвесах, сорбирующих часть токсикантов из водной среды. Пробы воды и грунта отбирали в трех точках основного русла пробоотборником специальной конструкции, оборудованным сетчатым фильтром и вакуумным насосом. При определении концентраций токсикантов использовали следующие методы: количественный спектральный, атомно-сорбционный, спектрофотометрический [3]. Нитраты, органические вещества и соединения железа определяли стандартными методами в растворе. Общую токсичность природных вод оценивали методом биотестирования, основанным на измерении хемотоксической реакции (прибор «Биотестер» фирмы «Квант», г. Санкт-Петербург).

Естественный геохимический фон (ЕГФ). Этот фон в значительной мере определяется составом пород флишевой формации. В составе флиша сильно трещиноватые песчанниковые отложения содержат кварцевые, кварц-алушитовые и алушит-киноварные прожилки, встречаются отдельные зерна галенита, сфалерита, халькопирита. Ртутно-полиметаллическая минерализация на участке с. Приветное приурочена к ряду балок бассейна р. Ускуп. С оруденением также связаны слабые литохимические аномалии Pb, Zn, Cu, Ag.

Большинство элементов ЕГФ в коренном залегании находится на уровне кларковых значений, однако в условиях транспортировки наносов водными потоками вполне вероятно их сепарация и накопление. В подземных водах значимые концентрации обнаружены у следующих элементов (мг/л): Zn — 4—7; В — до 4,8; Со, Мо, Сг — до 2; Вг — 0,58; Fe — 0,39.

Результаты исследований. Поверхностные воды. Антропогенные изменения химического состава речных вод в замыкающих створах прослеживаются как среди основных ионов, так и микрокомпонентов. У первых самые большие амплитуды характерны для ионов Cl^- и SO_4^{2+} с максимальными значениями концентрации соответственно 37,3 и 217,9 мг/л. Содержание нитратов изменяется от 1,96 до 23,57 мг/л. Концентрации микроэлементов в поверхностных водах отличаются высокой вариабельностью, например по Zn — в 4, Pb и Ni — в 5, В и Мо — в 20 раз. В шести замыкающих створах (кроме рек Улу-Узень и Отуз) отмечено присутствие Bi, в четырех — Р.

Изменение концентраций микроэлементов в фазах водного режима паводок—межень неоднозначны. Содержание Cu, Bi, Zn в большинстве створов практически не изменяется, что, возможно, связано с условиями их миграции и неравномерностью выпадения осадков по району исследований. Тем не менее наблюдаются и некоторые общие закономерности: после серии дождей паводков в речных водах в 1,5—5 раз уменьшаются концентрации Pb, Ni, Мо, Сг, Р и в 1,5—

3,5 раза возрастают концентрации Mg, Mn, Sr и В. Из токсикантов первого класса опасности в речных водах не обнаружены Hg, Tl, второго — As, Se, Cd, Co, Sb, Li, Nb и Te. Фазы водного режима, по крайней мере в летне-осенний период, заметно не влияют на общую токсичность поверхностных вод.

Аллювиальные воды. По сравнению с поверхностными водами содержание в них основных компонентов стабильно, в большинстве створов отмечаются более высокие концентрации В и SiO_2 . Вариабельность микрокомпонентов по всем створам аналогична речной. Наибольшая изменчивость присуща Mn — в 25 раз, что, в принципе, характерно для низких положительных значений Eh. В аллювиальных водах отсутствуют токсиканты первого класса опасности, из элементов второго класса Bi обнаружен в пяти створах, Р — в трех, Cd — в одном. Концентрация нитратов несколько меньше, чем в поверхностных водах, и составляет 2,13—19,16 мг/л.

Из токсикантов первого и второго классов опасности в аллювиальных водах отсутствуют As, Hg, в пяти замыкающих створах обнаружены Bi и Cd (кроме рек Ускуп, Таракташ, Отуз). Содержания, превышающие предельно допустимые концентрации (ПДК) по Mn, Р и В, отмечены в створах рек Ускуп, Ортаузень, Алачк.

Биотестирование, выполненное во всех створах в межень и паводковый периоды, показало, что аллювиальные воды в верхней части разреза слабо токсичны либо токсичны (наибольшие показатели зафиксированы в створах рек Шелен и Ворон).

Аллювиальные отложения и взвеси. Уменьшение уклонов на приустьевых участках (замыкающие створы) и скоростей потоков стимулирует осажение в русле и на пойме тонких фракций взвешенных наносов, вследствие чего состав верхней части аллювиальных отложений преимущественно глинистый и суглинистый, с включениями грубообломочного материала. Величина мутности достигает максимума в паводочные периоды (до $54 \cdot 10^3$ г/м³, р. Ускуп, 1980 г.) и значительно изменяется по площади исследований. Привнос и осажение элементов антропогенного происхождения зависят от формирования паводочной волны, прохождение которой, в свою очередь, обусловлено осадками, выпадающими в верховьях рек или охватывающими всю площадь водосборного бассейна.

Анализ материалов опробования поверхностного слоя русловых отложений, характеризующих на переходе к пойме заключительную фазу паводка, показывает однородность геохимических параметров по всем створам. Коэффициент вариации для всех токсических элементов не превышает 0,3, а сами концентрации, по существу, можно считать фоновыми. Иное распределение наблюдается для проб аллювиальных отложений, отобранных в русле на глубинах 0,25—

0,7 м по всему району в целом и на отдельных створах. Наибольшей вариабельностью отличаются концентрации Pb, Bi, Cd и Sn, изменяющиеся от 12,5 до 23,8 раз (например, Pb — от 20 до 250 мг/кг). Концентрация второй группы элементов изменяется на площади исследований в 4—5 раз, например Cu — от 50 до 200 мг/кг. Третья группа элементов, включающая Co, Ni, Cr, Mo, V, Ti, Mn, Be, Nb и В, имеет диапазон изменения концентраций в 1,8—2,5 раза (например, Co — от 12 до 20 мг/кг).

В створах рек содержания As, Pb и Cu в два-три раза превышают ПДК. Максимальное превышение ПДК по ряду элементов в створах рек составляет 6 раз. Обращают на себя внимание высокие концентрации Bi (р. Ворон — до 80 мг/кг; реки Андус и Шелен — до 32 мг/кг), V (100—120 мг/кг), Sn (реки Улу-Узень, Ворон, Шелен — 100—150 мг/кг).

Полученные результаты опробования позволяют выделить корреляционные связи концентраций токсикантов в следующих системах: 1) поверхностные воды—аллювиальные воды (Zn, P, Ni, Bi, B, Mn, NO₂, NO₃); 2) аллювиальные воды—аллювиальные отложения (Cd, B, Co, Cu, As).

Материалы проведенных исследований дают возможность сформулировать общие представления о причинах, обуславливающих токсичность природных вод в замыкающих створах речных бассейнов Судакско-Феодосийского района. Такие причины можно объединить в две группы: 1) природные; 2) антропогенные. С первой связано так называемое литогенное загрязнение, вызванное геохимическими особенностями пород, слагающих таврический флиш. В процессе миграции часть токсических элементов может переходить в жидкую фазу в виде микроэлементов, обнаруживаемых в сухих остатках подземных и поверхностных вод, а также в составе взвесей с возможным механизмом сепарации и накопления.

Микроэлементы в речных взвесах находятся в основном в обменной форме, в виде раскристаллизованных гидроксидов, карбонатов в сорбированном на глинистом материале состоянии. Так как для ряда рек зафиксировано поглощение поверхностного стока с последующей разгрузкой в низовьях и конусах выноса, большое значение приобретают обменные процессы в системе вода—порода. Оценку уровней токсичности (по вкладу тяжелых металлов) целесообразно интерпретировать в комплексе поверхностные воды—аллювиальные отложения—аллювиальные воды. При этом следует учитывать, что у последних общая токсичность в определенных условиях может быть связана также с эффектом микробного метаболизма.

Присутствие нитратов и нитритов в природных водах района исследований не достигает ПДК, однако существенные изменения параметров pH

и Eh в водах речной сети (pH — 7,3—8,2; Eh — 170—251) свидетельствуют об активности биохимических процессов и взаимных превращениях соединений азота в результате жизнедеятельности бактерий, вносящих вклад в общую токсичность природных вод [4].

Наблюдения на контрольных створах, расположенных ближе к истокам рек (см. рисунок), показывают, что большинство токсичных элементов, формирующих общую токсичность природных вод, имеют более низкие концентрации по сравнению с замыкающими створами.

Абсолютная величина снижения концентраций сравнительно невелика, но, тем не менее, сказывается на уровне общей токсичности природных вод, определяемой биотестированием при переходе от критерия слабо токсичная вода—токсичная. Это характерно для малых водотоков из-за пониженной способности к самоочищению и слабой деструкции токсикантов (зарегулированность стока, малая длина водотоков, русловые процессы, периодическое прекращение поверхностного стока и одновременная гибель гидробионтов). Как известно, крупные реки Европы, испытывающие сильный антропогенный прессинг, выглядят более благополучно [2], концентрации тяжелых металлов в их водах часто не достигают ПДК.

В заключение отметим основные положения, характеризующие геоэкологическую ситуацию и состояние природных вод в замыкающих створах речных бассейнов:

1. Несмотря на то, что концентрации большинства определяемых токсических веществ не достигают значений ПДК, комбинация их свойств приводит к общей токсичности природных вод практически во всех замыкающих створах.

2. Взаимодействие и активный водообмен поверхностных и аллювиальных вод способствуют выравниванию концентраций токсических компонентов в воднобалансовых составляющих руслового и подземного стока.

3. Основные источники поступления токсикантов (без конкретизации объектов) — сельскохозяйственные (в среднем течении), бытовые и техногенные (в низовьях рек), а также транспортные и технологические (в городах Судак и Феодосия). Все виды этих загрязнений ниже замыкающих створов попадают в конуса выноса и прибрежную зону моря, снижая их рекреационный потенциал.

1. Володин Д. Ф., Яковлев Е. А., Почтаренко В. И. и др. Временные методические рекомендации по проведению геоэкологических исследований при геологоразведочных работах.— Киев: [ЦГЭ ГлавКГУ Укргеологии], 1990.— 87 с.
2. Крючков Г. И., Клюев Н. А., Тарасова О. Г. и др. Определение тяжелых металлов в пробах воды Дуная // Вод. ресурсы.— 1992.— № 4.— С. 167—169.
3. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения; СанПиН № 4630-88.— М.: Медицина 1988.— 69 с.

4. Соединения азота в подземных водах хозяйственно-питьевого назначения: Обзор / ОНТИ ВИЕМС.— М., 1989.— 66 с.

Ин-т минер. ресурсов, Симферополь
Ин-т геол. наук НАН Украины, Киев

Статья поступила
17.06.93.

Ю. Г. Юровський, І. М. Байсарович

ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У ЗАМИКАЮЧИХ
СТВОРАХ РІЧКОВИХ БАСЕЙНІВ МАЛИХ РІЧОК
(НА ПРИКЛАДІ ПІВДЕННО-СХІДНОЇ
ЧАСТИНИ КРИМУ)

Резюме

Розглянуто умови міграції та нагромадження токсичних речовин (важкі метали, нітрати) у системі алювіальні води—тонкі фракції алювію—поверхневі води—суспензії. За-

гальну токсичність оцінювали за методом біотестування. Геоєкологічна ситуація у замикаючих створах інтерпретується як інтегральний показник антропогенного впливу на площу водозбірних басейнів.

Yu. G. Yurovski, I. M. Baysarovich

GEOECOLOGICAL INVESTIGATIONS
IN CIRCUIT RANGES OF SMALL RIVER BASSINS
(SOUTH-EASTERN PART OF THE CRIMEA)

Summary

This paper describes the conditions of the toxic substances migration and deposition in the system alluvial water—alluvial fine fractions—ground water—suspension. Total toxicity was measured by biotesting. Geological situation in circuit ranges was interpreted as the integral index of the anthropogenic press on the drainage basin areas.

УДК 551.3.051:54-149(665.2)(282.262)

S. N. Dovbish, A. Yu. Mitropolsky, S. Ya. Tchernousov

SPATIAL DISTRIBUTION OF AQUEOUS SUSPENSIONS
IN THE RIVERS AND RIVER-SEA BARRIER ZONE OF THE GUINEAN SHELF

Pioneering research into the concentrations and vertical fluxes of suspended matter on the shelf of Guinea in the foreshores and estuaries of Komponi, Nunez, Pongo, Konkoure, Forecariah and Melakore rivers has been carried out at 29 stations in the course of 24th voyage of «Professor Kolesnikov» research ship (1989—1990). The mechanisms of distribution of bottom sediments and suspended matter have been traced over the sea—river profile. The reported quantitative parameters, i. e. salinities, suspension concentrations, the rates of sedimentation and vertical fluxes of matter may be applied at designing of marine farms and port structures.

Research into the vertical fluxes of matter in the seas has a short history and consequently a body of information is rather limited. So, at our research on this subject with the sediment traps (ST) we were oriented to the earlier studies of Wood-Hall Institute of Oceanography. Based on the published materials [6—8] at designing of our ST we have selected a trap of cylindrical shape with the parameters which allow to trap the vertical fluxes of matter. It should be noted that the problems of sedimentation have not been considered at a level of construction of physical and mathematical models up to now. The reason is that such modelling of marine environments entails great difficulties intensified by the hydrodynamical, physicochemical and biological trans-

formations concurrent with the sedimentation. Thus, all this must be given proper weight within a framework of a model.

Accumulation of knowledge obtained under the field conditions is one of the first steps on the road to understanding of sedimentation, a very interesting and a rather complex process. In the course of 24th voyage of «Professor Kolesnikov» research ship (1989—1990) we pioneered in research work on the shelf of Guinea, in the foreshores of estuaries of such rivers as Komponi, Nunez, Pongo, Konkoure, Forecariah, Melakore (see Figure). Samples of suspension were taken in the estuaries of these rivers with the ST's of our own design [3]. In addition we were the first to obtain the quantitative parameters for a river—sea profile in the given region. Samples were taken with a 10 l bathometer. Taking into account the fact that a quantity of suspension is severely influenced by the tides, all samples were taken either over the periods of tides or those of ebbs to compare their quantitative parameters. All in all, the samples were taken at 29 stations. Our research, first and foremost in the rivers and estuaries, were related to the regions of prospective oyster farms; these test sites came to the attention of geologists and geochemists. When one arranges the near shore aqueous test sites it is essential to obtain information about the natural background vertical fluxes of matter. Both

© S. N. DOVBISH, A. Yu. MITROPOLSKY,
S. Ya. TCHERNOUSOV, 1995