

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЯ

УДК 551.4 : 574.2

© 1995 г. Н. В. СКУБЛОВА

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ
И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ

К настоящему времени сформировалось новое теоретико-прикладное направление геоморфологии — экологическая геоморфология, изучающая «взаимосвязи и результаты взаимодействия геоморфологических систем с системой экологии человека» [1, с. 5], вполне самостоятельное по объекту исследования, задачам и методам [2]. С позиций системного анализа объектом изучения экологической геоморфологии являются эколого-геоморфологические системы. Остановимся на рассмотрении этого понятия.

Эколого-геоморфологическая система

Как известно, в общей теории систем, разработанной в первой половине XX столетия Людвигом фон Берталанфи, под системой понимается «комплекс элементов, находящихся во взаимодействии» [3]. В связи с универсальностью системного подхода как теоретического базиса при решении проблем в различных областях наук существует множество определений понятия «система». Нами используется наиболее общепринятое в естественных науках определение понятия системы как «множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которые образуют определенную целостность, единство» (Тектонический словарь, 1969, с. 15).

О. В. Кашменская геоморфологическую систему относит к сложным динамическим системам, обладающим структурой, функцией и историей развития [4]. Главными свойствами подобных систем являются устойчивость к воздействию среды, способность к саморазвитию и саморегуляции, т. е. к функционированию, а также эмергентность, т. е. качественное состояние, присущее только системе в целом. Эти определяющие признаки правомерно также отнести к понятию «эколого-геоморфологическая система».

Если учесть, что экологическая геоморфология, по мнению И. Г. Черванева, «в узком геосистемном смысле слова должна рассматривать роль рельефа как модификатора, дифференциатора, концентратора, рассеивателя потоков вещества и энергии, начиная от природно-географической поясности и зональности и заканчивая элементами микро- и нанорельефа, как природных (природно-антропогенных) комплексов» [5, с. 49], то вполне правомерно возникает вопрос: что же является объектом (предметом) изучения экологической геоморфологии?

С одной стороны этой сложной динамической системы будут человек, антропогенный и техногенный рельеф, а с другой — геоморфологические системы, сущностью которых могут быть геоморфологические ландшафты и морфологические комплексы И. С. Щукина (1946); морфогенетические комплексы и типы рельефа З. А. Сваричевской (1961); геоморфологические формации Н. А. Флоренсова (1964, 1971); морфосистемы Ю. Г. Симонова (1972), отражающие структуру и литологию

пород в морфогенезе; морфоструктуры, по И. П. Герасимову (1946), т. е. крупные элементы рельефа, возникшие в результате взаимодействия эндогенных и экзогенных сил, или морфоструктуры как формы рельефа тектонического происхождения и морфоскульптуры как формы рельефа экзогенного происхождения (Герасимов, Мещеряков, 1957; Тимофеев, 1977); морфоструктуры в понимании Г. И. Худякова (1972, 1975) как тектонически обусловленные внешние формы геологической структуры, ограничивающей геологическое тело; морфоструктуры в понимании С. С. Коржуева (1974) как эндогенно-экзогенные формы рельефа, а также другие трактовки рельефа Земли на разных иерархических уровнях, в том числе и с позиций геотопологической концепции, по А. Н. Ласточкину [6], когда «под местоположением каждого элементарного природно-территориального комплекса понимается положение составляющей его литогенную основу элементарной поверхности» [7, с. 7].

С нашей точки зрения, при проведении эколого-геоморфологических исследований геоморфологическая система может рассматриваться с позиции различных концепций в зависимости от решаемых проблем. Существенно не это. Первостепенным является, как сформулировал И. П. Герасимов, экологическое мышление геоморфолога, позволяющее с геоэкологической позиции оценить рельеф, структуру, вещество окружающей человека среды и спрогнозировать результат его воздействия на эту среду [8].

Методология исследований

Методология исследований базировалась на системном подходе: основывалась на комплексном анализе природных и антропогенных факторов, определяющих геоэкологическую обстановку на трех иерархических уровнях: региональном, локальном, детальном. Однако в связи с тем, что основным объектом исследования являлась эколого-геоморфологическая система, прежде всего осуществлялся анализ функционального взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов или морфоструктурообразующих и морфоскульптурообразующих факторов, по Д. А. Тимофееву (1977), с антропогенными и техногенными факторами.

Эколого-геоморфологический анализ проводили на основе широкого использования аэрокосмической информации, причем масштаб исследований определял тип и масштаб аэрофото- и космических снимков.

Исследования на региональном и локальном уровнях представляли собой эколого-геоморфологическое картографирование, на детальном — помимо картографирования осуществляли компьютерное моделирование и прогноз геоэкологических ситуаций на основе использования геоэкологических банков данных.

Результаты эколого-геоморфологических исследований

Проблема охраны окружающей среды — важное политическое и социальное явление, касающееся человечества в целом независимо от пограничных рубежей. В связи с этим многие аспекты геоморфологического анализа, проводимого при комплексной оценке и прогнозировании геоэкологических ситуаций, иллюстрируются не только на объектах России. Также используются материалы, полученные автором в процессе многолетних исследований геоэкологии Центрального Казахстана.

Региональный уровень. Эколого-геоморфологическое картографирование проводили при составлении следующих карт: 1) «Сигнальная карта экологической напряженности Казахстана», м-б 1 : 1 500 000; 2) «Карта оценки экологической ситуации района Центрального Казахстана (Центральноказахстанская редкометальная провинция)», м-б 1 : 500 000.

1. «Сигнальная карта экологической напряженности Казахстана» составлена коллективами КАЗИМСа (Республика Казахстан), МГУ и СПбГУ. При этих исследованиях был использован аналитический подход первичного вычленения

информации по отдельным аспектам комплексной геоэкологической проблемы с последующим синтезированием на результативной карте данных исследований первичного этапа. В рамках этих работ нами составлена «Карта эколого-геоморфологических систем» (м-б 1 : 1 500 000), отражающая специфику взаимодействия природных и антропогенно-техногенных факторов, предопределяющих геоэкологическую ситуацию. Одним из основных факторов при этом является геоморфологический, имеющий эндогенную (т. е. морфоструктурную, неотектоническую) и экзогенную составляющие.

Главными единицами картографирования являются эколого-геоморфологические системы — площадные или линейные, несущие в себе природный геоэкологический потенциал и претерпевшие антропогенно-техногенное воздействие разной значимости и интенсивности. Пространственно площадные эколого-геоморфологические системы соответствуют крупным морфоструктурам с характерным литоморфным рельефом, сложенным конкретными структурно-формационными комплексами коренных пород или литолого-генетическими типами четвертичных (неогеновых) отложений с наложенной морфоскульптурой, обусловленной экзогенными процессами. По сути, они являются аналогами относительно статичных морфосистем, в понимании Ю. Г. Симонова, претерпевших наложение динамического экзогенного фактора.

Экологическая сущность геоморфологических систем оценивается в балльной шкале с позиций «геохимии ландшафта» [9, 10] и динамики экзогенных процессов при их разработке на зоны активного выноса, транзита или аккумуляции токсичных веществ, имеющих естественную глубинную или техногенную природу, а также по степени опасности для человека и биоты в целом из-за возникшей экологической ситуации с учетом нарушенности геоморфологического ландшафта.

Линейные эколого-геоморфологические системы, проявленные в рельефе как геоморфологические аномалии, в трактовке Б. Н. Можаяева [11], или соответствующие линейным морфоструктурам, также проанализированы с позиций экологии. Эти системы соответствуют обводненным, иногда термальноактивным зонам повышенной проницаемости, зонам поступления гелия, углеводородов из глубинных горизонтов литосферы, а также активизированным в новейшее время разломам, контролирующим природные геохимические аномалии различного возраста. В ряде случаев они представляют собой зоны поступления тяжелых металлов за счет восходящей миграции веществ вследствие пленочного массопереноса [12].

Площадные эколого-геоморфологические системы представляют собой крупные морфоструктуры разного порядка, отражающие геоморфологическую позицию рудных и нефтегазоносных провинций с сопровождающим комплексом горно-рудной и нефтедобывающей промышленности. Примером является Центрально-Казахстанская эколого-геоморфологическая система, пространственно находящаяся в пределах Центрально-Казахстанского регионального гравитационного минимума, связанного с близповерхностным залеганием гранитоидного кристаллического фундамента (Моисеенко Ф. С., 1960, 1964). Она соответствует региональной редкометальной провинции, геоморфологическая позиция которой определяется наличием новейшего регионального сводового поднятия, впервые выявленного З. А. Сваричевской (1961).

Особого внимания заслуживает картографирование очагов кризисной экологической ситуации, обостренной положением природных аномалий и техногенного заражения. В. И. Вернадский одним из первых акцентировал внимание на этом аспекте экологической проблемы. Он писал о том, что «равновесие в миграции элементов, которое установилось в течение геологических времен, нарушается разумом и деятельностью человека» [13, с. 223].

Любые природные геохимические аномалии исторически являются составными элементами природных геосистем, в которых естественным образом регулируются процессы взаимодействия биоты и косной материи и развиваются устоявшиеся пути миграции химических элементов. Но это равновесие биокосных

природных систем резко нарушается при вводе в эксплуатацию месторождений полезных ископаемых, так как при этом возникают новые геохимические потоки, к которым природные экосистемы не адаптированы.

На основе комплексного анализа природных и антропогенных (техногенных) факторов часть эколого-геоморфологических систем отнесена к областям с кризисной экологической ситуацией разной интенсивности. При этом были учтены различные факторы, например эндогенный геохимический, проявленный природными геохимическими аномалиями, неотектонический — при наличии сейсмически активных областей. В отдельных случаях установлены причинно-следственные связи неотектонического и климатического, точнее метеорологического, факторов, проявленные в эколого-геоморфологических системах, например коридоры пыльных бурь, несущих токсичные элементы, пространственно приуроченные к неотектоническим линейным депрессиям. Выявлены геоморфологические элементы, пространственно соответствующие зонам с наибольшей вероятностью выпадения кислотных дождей вследствие причинно-следственных связей между неотектоническим, климатическим и техногенным факторами.

Кризисной экологической ситуацией характеризуются также геоморфологические системы, пространственно совпадающие с экологически опасными антропогенными и техногенными объектами, например с ядерными и ракетными полигонами, атомными электростанциями, предприятиями горно-рудной, топливной, химической и нефтехимической промышленности.

2. «Карта оценки экологической ситуации района Центрального Казахстана» (Центрально-Казахстанская редкометальная провинция, м-б 1 : 500 000). При составлении этой карты был взят за основу подход картографического синтезирования информации по факторам, определяющим геоэкологическую ситуацию. Целью подобного регионального геоэкологического картографирования были выявление геоэкологического статуса региона на основе изучения комплекса природных и техногенных факторов, ретроспективный анализ и прогнозирование экологической ситуации [14].

Объектом картографирования служили региональные геоморфологические системы, представленные морфоструктурами со специфическим ландшафтом. Природный блок содержания карты включает как специальную морфоструктурную — выделены основные площадные и линейные морфоструктуры, предопределяющие особенности миграции химических элементов, — так и неотектоническую нагрузку, например данные об активных в новейшее время зонах разломов как путей миграции природных и техногенных токсичных веществ. В блок природной информации входят также сведения по орографии, метеорологии, гидрологии, имеющие прямое отношение к геоэкологии, например орографические барьеры, розы ветров, данные о паводках и т. п.

Антропогенный блок отражает объекты урбанизации, сельскохозяйственного освоения и техногенный рельеф (терриконы, дамбы, отстойники и т. д.). Каждому из упомянутых выше природных и антропогенных факторов присвоен свой цвет для контурной, штриховой, значковой и цифровой нагрузки. Для отображения степени экологической опасности использован принцип светофора. Комплексом значков и картограмм отражены основные закономерности природных процессов, например очаги пыльных бурь, зимние и летние розы ветров, направления и интенсивность поверхностного стока, пути миграции токсичных веществ, специфика эрозии почв и т. д. На карте показаны также границы областей и зон прогнозируемых катастрофических природных процессов, например области выпадения токсичных осадков, участки уничтожаемых эрозией пашен, сенокосных угодий, а также динамика токсичных лито- и гидротоков.

Комплексный анализ природных и антропогенных факторов позволил выявить причинно-следственные связи между элементами эколого-геоморфологических систем. Например, для Кызылрайской геоморфологической системы, отличающейся наибольшими высотными уровнями низкогорий и холмогорий (максимальная высота 1555 м — горы Кызылрай), несомненно, существует причинно-следст-

венная связь между гравитационным минимумом, обусловленным наличием гранитной интрузии, максимальной амплитудой новейших движений [15], областью высокой активности лито- и гидродинамических процессов, а также максимумом выпадения атмосферных осадков, предопределенных наличием орографического барьера для влажных северо-западных и северных атмосферных масс и локальным гравитационным минимумом.

Эколого-геоморфологические причинно-следственные связи для этой системы проявляются в приуроченности к ней локального очага с потенциальной возможностью выпадения кислотных дождей, а ее геоэкологический статус определяется как зона, способная к самоочищению в условиях современной техногенной и антропогенной нагрузки. Менее благоприятен геоэкологический статус Успенской геоморфологической системы, в которой отмечается исключительно высокое техногенное воздействие на природную среду вследствие большой концентрации объектов горно-рудной промышленности. Специфика природных факторов, предопределяющих геоэкологическую ситуацию, таких, как преобладание в рельефе цокольных и аккумулятивных равнин с участками низкого мелкосопочника, обремененных с юга орографическим барьером высокого холмогорья, обилие зон линейных морфоструктур, приуроченных к зонам повышенной проницаемости, в сочетании с открытым карьерным способом разработки рудных полезных ископаемых делает эту эколого-геоморфологическую систему областью преимущественной аккумуляции токсичных элементов, отличающейся весьма слабым промывным режимом и слабой способностью к самоочищению.

Локальный уровень исследований. На этом уровне составлена «Карта эколого-геоморфологического районирования Карельского перешейка (северная часть Ленинградской области)» в м-бе 1 : 200 000.

Объектами исследования и картографирования явились эколого-геоморфологические системы с определенным структурно-вещественным и орографическим строением, обладающие спецификой самовосстановления и внутреннего функционирования. С позиций геохимии ландшафта [9, 10] выделены области промывного и непромывного режимов.

Области промывного режима подразделяются на три подтипа: а) гряды, увалы, водораздельные возвышенности, сложенные коренными породами Балтийского щита, по геоэкологическим особенностям представляющие собой зоны интенсивного поверхностного сноса токсичных элементов и их фильтрации по трещинам и зонам разломов; в целом эти геоморфологические системы представляют собой области потенциально интенсивного самоочищения от антропогенного загрязнения; б) камы и камовые плато, представляющие собой объекты поверхностного сноса и фильтрации токсичных элементов, являющиеся областями потенциально умеренного самоочищения; в) равнины плоские и слабовсхолмленные аккумулятивные ледникового, озерно-ледникового и морского генезиса, сложенные преимущественно песками и супесями, являющиеся областями фильтрации поверхностных вод до водоупорных горизонтов; основной перенос токсичных элементов в этих эколого-геоморфологических системах осуществляется речной сетью и приповерхностными водоносными горизонтами; они отнесены к областям потенциально слабого самоочищения.

Области непромывного режима, являющиеся литологическими геохимическими барьерами, включают четыре подтипа: а) холмисто-моренный рельеф, характеризующийся локальным перераспределением токсичных элементов; б) равнины плоские аккумулятивные ледниковые, озерно-ледниковые и морские, сложенные суглинками и глинами, в том числе ленточными, являющиеся литологическими геохимическими барьерами первого (ленточные глины) и второго (валунные суглинки) порядков; в) плоские и слабовыпуклые аккумулятивные равнины торфяных болот, отличающиеся интенсивной аккумуляцией токсичных элементов, т. е. литологические геохимические барьеры первого порядка; г) озерные ванны, сложенные современными донными осадками, представляющие собой литологические геохимические барьеры первого порядка.

С учетом данных по геохимическим аномалиям, включающим сведения о районах с повышенным содержанием тяжелых металлов, участков повышенного содержания урана, тория и стронция (в условных единицах), а также зон максимального содержания микро- и макроэлементов в снежном покрове, проведена предварительная экспертная оценка геоэкологической ситуации Карельского перешейка. Среди эколого-геоморфологических систем выделены области чрезвычайной, повышенной, умеренной опасности, относительно безопасные и экологически чистые.

Карта содержит также данные о динамике современных экзогенных процессов и антропогенной нарушенности природных систем.

Детальный уровень. Оценка и прогноз экологической ситуации в районах горно-рудной промышленности были проведены на примере разрабатываемого в течение нескольких десятилетий открытым карьерным способом барит-полиметаллического месторождения и подготовленного к сдаче в эксплуатацию колчеданного месторождения [16]. В процессе этих исследований осуществлялось специализированное эколого-геоморфологическое районирование в м-бе 1 : 25 000, сопровождаемое полевым эколого-геохимическим опробованием почв и воды. Сущность этого исследования заключалась в картографировании по аэрофотоснимкам морфогенетических комплексов рельефа с характерными ландшафтными особенностями. Эти геоморфологические системы потенциально определяют условия выноса, транзита или аккумуляции токсичных элементов. При постановке геоэкологических исследований было учтено, что в условиях разработки рудных месторождений карьерным способом и складировании в виде терриконов вскрышной породы, обогащенной руды и наличии незакрепленных хвостохранилищ в аридном районе, каким является Центральный Казахстан, резко преобладает ветровой перенос элементов загрязнения, а гидро- и литодинамические потоки играют подчиненную роль и приводят лишь к локальному перераспределению загрязнения. Эта закономерность, подтвержденная полевыми исследованиями, была положена в основу районирования изучаемых объектов по секторам с разной степенью загрязнения с учетом эколого-геоморфологических и в целом ландшафтных условий.

В процессе исследований было установлено: а) зона максимального загрязнения включает различные эколого-геоморфологические системы, не подлежащие самоочищению и восстановлению; б) в зону с высокой степенью загрязнения вошли эколого-геоморфологические системы пойм, а также различные эколого-геоморфологические системы, расположенные с подветренной стороны месторождения; в) высокой степенью промывного режима отличаются зоны эколого-геоморфологические системы речных террас, делювиально-пролювиальных шлейфов и логов, защищенные от источников загрязнения орографическими барьерами.

Оценка геоэкологической ситуации на разрабатываемом месторождении позволила спрогнозировать зону ураганных концентраций токсичных веществ, которая возникнет при эксплуатации нового месторождения, и заранее предусмотреть исключение попадающих в эту зону пахотных и пастбищных земель.

Экспресс-анализ кризисной экологической ситуации на основе геоэкологических информационных банков (детальный уровень исследований). Опыт подобных исследований осуществлен на примере четырех объектов горно-рудной промышленности Республики Казахстан: районов баритополиметаллического месторождения Карагайлы и обогатительного комбината при нем, редкометального месторождения Северный Катпар и двух колчеданных месторождений — Абыз и Сувенир [17].

По степени техногенеза эти объекты представляют собой следующий модельный ряд: 1) Карагайлы — весьма интенсивное воздействие многолетнего функционирования рудного карьера и обогатительного комбината; 2) Северный Катпар — интенсивное воздействие на природную среду из-за неблагоприятной в целях геоэкологии морфоструктурной позиции, обусловленной наличием зон повышенной проницаемости и областей аккумуляции токсичных веществ; 3) Су-

венир — умеренное воздействие на окружающую среду при наличии двух крупных отработанных карьеров и терриконов обогащенной рудами породы, относительно спокойная экологическая ситуация обусловлена оптимальной морфоструктурной позицией (водное зеркало карьера на несколько десятков метров ниже местного базиса эрозии); 4) Абыз — экологически чистый объект, для эксплуатации которого должен быть осуществлен экологический прогноз.

На территории этих объектов было осуществлено крупномасштабное эколого-геоморфологическое картографирование на основе дешифрирования аэрофотоснимков и полевых наблюдений, которые сопровождалось комплексными ландшафтными исследованиями, эколого-геохимическим опробованием почв и воды. По результатам этого комплексного анализа была составлена база данных, состоящая из 340 проб и 38 признаков. Признаковое пространство включало сведения по вещественному составу рыхлых отложений и коренных пород, геоморфологические особенности (сведения о морфогенетических типах рельефа и их морфологических элементах, таких, как вершинная поверхность, склон, подножие склона и т. д.), наличие разломов, в том числе обводненных, тип почв, характер растительности, техногенные и антропогенные признаки:

Эти данные были обработаны на компьютере РС-XT с использованием автоматизированной системы обработки геологической информации (АСОГИ), разработанной В. И. Мишиным [18].

Статистическая обработка включала: расчет статистических параметров распределения элементов (средние, дисперсия) с учетом их логнормального распределения; расчет коэффициентов корреляции и построение схем ветвящихся связей, представляющих собой отображение на плоскости внутренней корреляционной матрицы; обработку данных методом главных компонент факторного анализа; изучение корреляционных связей между качественными экологическими признаками и содержаниями химических элементов.

В результате исследований было выявлено, что такие токсичные элементы, как висмут, барий и вольфрам, по содержанию почти во всех пробах превышают предельно допустимые концентрации.

По данным проведенных нами исследований, геоморфологический фактор проявлен в особенностях перераспределения химических элементов в современных условиях. При анализе корреляционных данных установлены закономерности, которые можно выразить следующими формулами:

1) мелкосопочник, развитый на вулканитах каменноугольного возраста = $+Pb, Bi, Ag/-Ba, V,$

2) делювиальные шлейфы = $+Cu, Ge/-Pb,$

3) аккумулятивные равнины на неоген-четвертичных отложениях = $+Ba/-Pb, Mn, W, Ge, Bi, Be, Nb, Y, Ag,$ в числителе которых указаны элементы, имеющие тенденцию накапливаться в данных геоморфологических условиях, а в знаменателе — элементы с обратной тенденцией. Из этих данных следует, что рудные и сопутствующие им элементы слабо мигрируют в пониженные части рельефа и наиболее активным мигрантом является барий, накапливающийся на аккумулятивных равнинах и в долинах рек. Эти выводы подтверждаются и при изучении средних содержаний элементов в фоновых выборках, в которых отсутствуют аномальные и рудные пробы. Установлено, что при переходе от вершинных уровней мелкосопочника к равнинам уменьшаются фоновые содержания свинца ($27 \rightarrow 20$ г/т), вольфрама ($5,4 \rightarrow 2,6$ г/т), висмута ($2,5 \rightarrow 1,2$ г/т) и увеличивается содержание бария ($754 \rightarrow 847$ г/т).

Приведенные данные однозначно свидетельствуют о том, что геоморфологическая ситуация предопределяет геоэкологическую обстановку, оказывая прямое влияние на геохимию ландшафта.

Биогенные факторы, обусловленные геоморфологическим фактором, проявлены в геохимической специализации различных типов почв и растительных сообществ. Так, для мелкосопочника характерны малоразвитые каштановые почвы ($+Pb/-Co, Sn$), для аккумулятивных равнин — каштановые почвы ($+Co/-Pb,$

Mn, Cu, W, Bi, Ba, Nb, Zr, Ag), для пролювиальных конусов выноса — луговые почвы (+Ba, Sn/—Ge). Эти же закономерности подтверждаются результатами изучения выборок с фоновыми содержаниями элементов: от малоразвитых каштановых почв к луговым уменьшается содержание свинца (26 → 20 г/т) и увеличивается концентрация бария (777 → 1055 г/т) и стронция (231 → 302 г/т).

Выявлена также связь токсичных элементов с растительными сообществами: ковыльная растительность, приуроченная к мелкосопочнику, характеризуется формулой +Pb/—Cu, Ba, Sr, луговое разнотравье — +Ba, Sz, Ti/—Pb, Ge; злаково-полюнная растительность — +Sr пашни — +Cr/—W, Bi. Эти соотношения подтверждаются значениями фоновых содержаний элементов.

Полученные результаты свидетельствуют о большой миграционной способности стронция и бария.

Выводы

1. В заключение следует подчеркнуть большие перспективы комбинированного комплексного геоэкологического анализа, основанного на применении специализированных методов геоморфологических исследований и аэрокосмическом мониторинге.

2. Проведенные исследования свидетельствуют о многоаспектных возможностях геоморфологического анализа при определении геоэкологического статуса регионов, выявлении очагов кризисных геоэкологических ситуаций на различных масштабных уровнях с последующей постановкой более детальных работ.

3. В связи с тем, что геоморфология является географо-геологической наукой, при постановке комплексных геоэкологических исследований необходимы анализ и корреляция с геоморфологическим фактором не только географических факторов, таких, как гидрологический, климатический (метеорологический), почвенно-растительный, но также и инженерно-геологических, тектонических, гидрогеологических, геологических, эколого-геохимических.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимофеев Д. А. Экологическая геоморфология — новое направление. Новые подходы и методы // Новые методы и технологии в геоморфологии для решения геоэкологических задач (XXI пленум Географологической комиссии АН СССР); Тез. докл. Л.: 1991. С. 5—6.
2. Тимофеев Д. А. Экологическая геоморфология: объект, цели и задачи // Геоморфология. 1991. № 1. С. 43—48.
3. Берталанфи Л. Общая теория систем — обзор проблем и результатов // Системные исследования. Ежегодник. М.: Наука, 1969. С. 30—54.
4. Кашменская О. В. Теория систем и геоморфология. Новосибирск: Наука, 1980. 119 с.
5. Черванев И. Г. Концепция и аспекты экологической геоморфологии // Новые методы и технологии в геоморфологии для решения геоэкологических задач (XXI пленум Географологической комиссии АН СССР), Тез. докл. Л.: 1991. С. 48—50.
6. Ласточкин А. Н. Морфодинамический анализ. Л.: Недра, 1987. 271 с.
7. Ласточкин А. Н. Геотопологическая основа выделения экологически однородных элементарных природных комплексов // Новые методы и технологии в геоморфологии для решения геоэкологических задач (XXI пленум Географологической комиссии АН СССР); Тез. докл. Л.: 1991. С. 6—9.
8. Герасимов И. П. Методологические проблемы экологизации современной науки // Общество и природная среда. М.: Знание, 1980. С. 66—86.
9. Перельман А. И. Геохимия ландшафтов. М.: Высш. шк., 1979. 341 с.
10. Перельман А. И. Геохимические барьеры и поиски рудных месторождений // Прикладная геохимия в геологии и экологии: Тр. Ленингр. об-ва естествоиспытателей. Т. 80. Вып. 2. Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. С. 3—21.
11. Можаяев Б. Н. Геоморфологические аномалии, их выявление и интерпретация // Геоморфология. 1970. № 2. С. 7—13.
12. Лобанова А. Б. Геохимические поиски глубоко залегающих месторождений по диффузионным ореолам восходящей миграции. С.-Петербург: 1991. 221 с.
13. Вернадский В. И. Очерки геохимии // Избр. соч. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 696 с.
14. Скублова Н. В. Геоэкологическое картирование на основе системного подхода (методология, принципы, легенды) // Новые методы и технологии в геоморфологии для решения геоэкологических задач (XXI пленум Географологической комиссии АН СССР), Тез. докл. Л.: 1991. С. 18—19.
15. Скублова Н. В. Геоморфологический анализ при прогнозно-металлогенических исследованиях. Л.: Недра, 1991. 192 с.

16. Скублова Н. В., Будько В. М., Мамошкин А. В. Оценка и прогноз экологической ситуации в районах горно-рудной промышленности // Геоэкологические аспекты хозяйствования, здоровья и отдыха: Тез. докл. Межгосударст. науч. конф. Ч. 2. Пермь: Изд-во Пермск. ун-та, 1993. С. 270—274.
17. Скублова Н. В. Экспресс-анализ кризисной экологической ситуации на основе геоэкологических информационных банков // Геоэкологические аспекты хозяйствования, здоровья и отдыха: Тез. докл. Межгосударст. науч. конф. Ч. 2. Пермь: Изд-во Пермск. ун-та, 1993. С. 179—183.
18. Мишин В. И. Структура и прикладное использование автоматизированной системы обработки информации // Новые методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых на территории Северо-Запада РСФСР. М.: 1984. С. 69—93.

GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS IN INTEGRATED ASSESSMENT AND FORECAST OF GEOECOLOGICAL SITUATIONS

N. V. SKUBLOVA

Summary

The author considers ecological-geomorphological systems of the arid and humid zones on the regional, local and detailed levels of studies. The studies provided evidences for multi-aspected possibilities of the geomorphological analysis in definition of regions' geoecological status, location of critical geoecological situations etc.

УДК 551.4:574.2

© 1995 г. О. В. СЕНЬКИН, В. М. ЩЕРБАКОВ

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГЕОМОРФОСИСТЕМ

Встречающееся в научной литературе неоднозначное толкование неустоявшихся понятий, особенно экологической тематики, вызывает необходимость начать с разъяснения употребляемой в данной статье терминологии. Прежде всего это касается определения геоморфосистемы. Под геоморфосистемой понимается иерархически организованная совокупность форм и (или) элементов рельефа, взаимодействующих между собой посредством геоморфологических процессов, управляемых внешними факторами [1]. Что касается такого понятия, как «экологическое состояние», то его определение находится в стадии дискуссии [2]. По нашему мнению, для геоморфосистем предпочтительнее употреблять термин «геоэкологическое состояние». Здесь под геоэкологическим состоянием имеется в виду состояние природных компонентов, в данном случае рельефа, возникающее при антропогенном воздействии на них. Это не означает, что их состояние формируется только антропогенными факторами. Само понятие «природный компонент» подразумевает присутствие естественных факторов, определяющих его природное, ненарушенное состояние. Учитывая, что в настоящее время большинство природных систем (геоэкосистем) в той или иной мере подвержено антропогенному изменению, можно говорить о степени воздействия антропогенных и природных факторов при формировании геоэкологического состояния их подсистем, в частности геоморфосистем. Следует только помнить, что индустриальный антропогенез по отношению к природным системам принципиально носит деструктивный характер.

Степень воздействия факторов на геоморфосистему определяется геоэкологическими признаками: свойствами, показателями, процессами, параметрами, присущими конкретной геоморфосистеме. Следовательно, сравнивая эти признаки между собой, мы тем самым можем оценить вклад каждого из них в ее геоэкологическое состояние. Задача осложняется тем, что большинство признаков