

ГЕОТЕХНОМОРФОГЕНЕЗ И ОРГАНИЗОВАННОСТЬ ГЕОТЕХНОМОРФОСИСТЕМ

Введение

Побудительной причиной рассмотрения отношений геотехноморфогенеза и геотехноморфосистем послужила недавняя публикация о геоморфологических системах и их организованности [1]. В ней Э.А. Лихачева и Д.А. Тимофеев [1, с. 4], трактуя геоморфологическую систему как “совокупность элементов и форм рельефа (поверхности Земли), связанных между собой морфологически, морфолитологически, генетически потоками вещества и энергии (динамически), подчеркнули, что “к геоморфологической системе можно отнести ту природную систему (геосистему), функционирование которой определяется процессами рельефообразования”. Заметим, что ранее в определении понятия “геоморфологическая система” эти же авторы употребили термин “земная поверхность” [2], что, на наш взгляд, правильнее, поскольку в географии термин “поверхность Земли” физически означает поверхность суши и Мирового океана, а “земная поверхность” – это единая поверхность суши, дна морей и океанов [3]. Представляется уместным отметить, что термины “лунная поверхность” и “поверхность Луны” тождественны по значению, и их вполне можно рассматривать как синонимы, поскольку они выражают одно и то же понятие, чего не скажешь о терминах “земная поверхность” и “поверхность Земли”.

Исходные положения общей геоморфологии о морфогенезе (геоморфогенезе), рельефообразовании, рельефообразующих процессах, “под действием которых формируется и развивается рельеф земной поверхности” [4, с. 86], т. е. “поверхность современного (“видимого”) рельефа, сложенная теми или иными горными породами и образованная либо путем аккумуляции этих пород, либо путем удаления (сноса, отрыва) некоторой толщи и обнажения пород, находившихся до того в недрах” [4, с. 78–79], послужили предпосылкой разработки представлений о геотехноморфогенезе [5, 6], геотехноморфосистеме [7, 8], интегральной геоперехности и ряде других, отражающих геотехноморфологическую действительность [9].

Содержание понятия “геотехноморфогенез”

Сопоставление геоморфогенеза и геотехноморфогенеза по единым критериям дает возможность рассматривать самостоятельность каждого из них с учетом уровней упорядоченности земной поверхности [9]. *Геотехноморфогенез* представляет собой исторически единый процесс трансформации, модификации природных форм рельефа, возникновения техногенных его форм, создания рельефоидов (инженерных сооружений) и рельефидов (механических устройств, самоходных установок) и, соответственно, преобразования исходного минерального вещества и образования нового, искусственного (технолитойдного) материала, слагающего или покрывающего морфообъекты географической действительности. Термины “рельефоид” и “рельефид” образованы от фр. relief – рельеф и греч. eidos – вид, образ, подобие.

Познавательная система геотехноморфогенеза состоит из следующих исходных методологических принципов: его материальности, взаимодействия естественного и искусственного и единства их противоположностей, историзма, интегративности, пространственно-динамического восприятия. Кратко поясним два последних из приведенного перечня методологических принципов. Интегративность геотехноморфогенеза понимается как целостность, слитность его естественной и искусственной составляющих, появление геотехноморфологически специфичного, нового, не присущего естественному и искусственному литоморфологическим процессам, если рассматривать их

по отдельности. Этим переходным качеством обладают техноплагенные (от латинского *plaga* – “толчок”) процессы рельефообразования, техноплагенновозникающие формы рельефа, специфичные вещественные образования – технолиты [9]. В качестве одного из плодотворных подходов к исследованию геотехноморфогенеза выступает принцип пространственно-динамического восприятия сущностей фактов в конкретной обстановке. Этот путь познания геотехноморфогенеза основывается на движении естественного и искусственного потоков вещества и энергии во времени и географическом технoproстранстве, на нарушении материальной деятельностью человека естественных рельефообразующих процессов.

Геотехноморфогенное пространство

Геотехноморфогенез действует не только на земной поверхности, но и в приповерхностной части литосферы. Для совокупной целостности – вторичных морфообъектов (техногенных форм рельефа, рельефоидов, рельефидов) и приповерхностной части литосферы присущи две взаимосвязанные особенности, заключающиеся в том, что эта объективная реальность – естественно-искусственная, кроме того, она испытала или испытывает воздействие деятельности человека. Такое специфическое вещественно-морфологическое образование рассматривается как “геотехноморфогенное пространство”, представляющее собой материальное тело, состоящее из взаимодействующей совокупности природных и техногенных компонентов, на которые воздействуют экзо-, эндо- и техногенные факторы. Отметим, что понятие “геотехноморфогенное пространство” отличается по существу от понятий “литосфера”, “литосферное пространство”, “геоморфологическая сфера”, “геоморфологическое пространство” наличием рельефоидов и рельефидов – объектов техносферы.

Нижняя граница геотехноморфогенного пространства определяется пределами влияния техногенной деятельности, которая распространяется на приповерхностную часть литосферы от первых метров до нескольких километров. Как известно, максимальная глубина карьеров уже достигла 1 км, шахт – 4 км, скважин – 12 км.

Верхняя граница геотехноморфогенного пространства – это не дневная поверхность земной коры и не кровля литосферы. Его наружную составную часть образуют естественный и техногенный рельеф, грани рельефоидов и рельефидов. Такое реальное геотехноморфогенное естественно-искусственное технолитоморфообразование географической оболочки рассматривается как “интегральная геотехноморфогенная поверхность” или, говоря кратко, “интегральная геоповерхность” [10].

В генетическом, геометрическом, материальном, пространственном отношениях *интегральная геоповерхность* отлична от земной поверхности, “обычно рассматриваемой как поверхность земной коры или, точнее, как резкостная граница между веществом атмо- и гидросферы и литосферы” [11, с. 69], поскольку включает в себя в качестве составной части, помимо природных, техногенные элементы. Фактически не земная поверхность, а интегральная геоповерхность как целое является тем морфообразованием, с которым, помимо человечества, реально контактирует биота, а также вещество атмо- и гидросферы. Интегральная геоповерхность есть порождение взаимодействия общества и природы, результат прошедшего и действительность настоящего и предстоящего природопользования.

Главное свойство интегральной геоповерхности – единство многообразного, где дифференцированность сохраняется на уровне элементов (составных частей) и снимается на уровне системы. Современная интегральная геоповерхность – это естественно-искусственный объект географической оболочки, сформированный геотехноморфогенезом. Техногенные формы рельефа и рельефоподобные морфообразования – инженерные сооружения (стационарные морфообъекты – рельефоиды), механические устройства, самоходные установки (подвижно-неподвижные морфообъекты – рельефиды) – это целенаправленно созданная человеком технолитоморфогенная действительность.

Из анализа и синтеза обширного материала выведены основные закономерности исторически возникшей интегральной геоповерхности: непрерывно-прерывистые ее изменения в результате взаимодействия естественного и искусственного литоморфологических процессов; целостность естественных, искусственных и промежуточных между ними морфообразований; расширение ее за счет возникновения искусственных вертикальных, субвертикальных граней; взаимосвязь разнокачественных морфообъектов; контактное взаимодействие естественных и искусственных морфообъектов; нарастание техногенных морфообразований; замещение естественных искусственными морфообразованиями; умножение геотехноморфологического разнообразия; усложнение структуры интегральной геотехноморфогенной поверхности.

В данном исследовании понятие “структура” означает взаимосвязь частей целого. Структура интегральной геоповерхности подразумевает совокупность межэлементных связей между различающимися более или менее отчетливо разграниченными частями целого.

В географической действительности происходят непрерывное или прерывистое взаимовлияние, взаимодействие, сопряжение, совмещение, наложение природного и техногенного потоков вещества, энергии, информации и, таким образом, в материальном образовании “природа – техника” объективно возникает специфический технолитоморфологический процесс как составляющая единого, глобального морфолитогенеза. Наряду с ранее существовавшими и продолжающими действовать в природе геологическим и биологическим круговоротами вещества и балансами энергии в связи с хозяйственной деятельностью человечества возник новый мощный техногенный круговорот вещества и энергообмен. Изменяющие лик земной поверхности геологический и техногенный круговороты вещества и энергообмены пространственно и во времени взаимосвязаны между собой, образуя сложную структурно-функциональную систему, обладающую оперативной (циркулирующей) и структурной (связанной) геотехноморфологической информацией [9].

Геотехноморфосистема

При проведении комплексных исследований интегральной геоповерхности, имеющей континуально-дискретный характер, целесообразно выделять и анализировать “геотехноморфосистемы” на разных иерархических уровнях. Под *геотехноморфосистемой* понимается системно взаимосвязанная совокупность естественных и искусственных морфообъектов, динамически связанных между собой потоками вещества и энергии. К геотехноморфосистеме относится такая природно-техническая геосистема, функционирование которой определяется факторами геотехноморфогенеза. Под функционированием геотехноморфосистемы понимается совокупность геотехноморфологических процессов, создающих и поддерживающих посредством энергомассопеноса взаимосвязи между ее элементами (компонентами).

Геотехноморфосистема обладает новыми свойствами целого, не выводимыми из свойств ее частей, и развивается при взаимодействии природных и техногенных факторов. Ей присущи специфика компонентов (устройство), особенность саморазвития (функционирование), саморегуляция, открытый характер связей с другими системами (природы и общества). Компоненты геотехноморфосистем – это качественно своеобразные природные, техногенно-природные и техногенные тела определенного вещественного состава. В основе ее функционирования наряду с солнечной энергией и энергией тектонических процессов лежит и энергия техногенных процессов. Важнейшее свойство всякой геотехноморфосистемы – ее целостность, которая определяется тесной взаимной связью компонентов (частей), вещественным и энергетическим обменом между ними.

Важное значение имеют данные о динамическом состоянии и устойчивости геотехноморфосистемы, представляющей собой гетерогенную пространственно-временную совокупность форм рельефа, рельефоидов и, подчеркнем, геотехноморфологических про-

цессов. Под состоянием геотехноморфосистемы понимается единство структуры и ее функционирования за некоторый отрезок времени. Исходя из системообразующих факторов (общности, взаимодополнения и др.), при проведении (выделении) границ геотехноморфосистемы составными ее частями (компонентами) можно считать лишь те, которые образуют взаимосвязанную целостную совокупность природных, техногенно-природных, техногенных форм рельефа и рельефоидов. При этом организованность геотехноморфосистемы определяется единством ее *структуры* (т.е. взаиморасположением, соподчинением, конфигурацией, тесной взаимной связью морфологических элементов), *функции* (посредством геотехноморфологических процессов), *истории развития* (т.е. последовательностью изменений, трансформации дискретных структурных элементов).

Термин “геотехноморфосистема”, отражая специфическое технолитоморфологическое содержание, в значительной мере фиксирует внимание на механизме рельефообразующих процессов, на системно взаимосвязанных отношениях между естественными, искусственными и переходными между ними морфообразованиями. Изучение механизмов взаимодействия естественных (природных) и искусственных (техногенных) процессов, объектов – основополагающая задача познания динамического геотехноморфогенного пространства. О стихийных естественных механизмах судят по результатам их функционирования (например, через изменение, возникновение объектов в географической действительности). Представление о механизме техногенных (искусственных) объектов вытекает из сути технического воздействия, технологического материального воплощения – создания результата производственной деятельности, проявляющейся в геотехноморфогенном пространстве напрямую и опосредованно.

Применительно к геотехноморфогенному пространству под понятием “механизм” подразумевается “совокупность состояний и процессов, из которых складывается какое-либо явление” [12, с. 316], а понятие “процесс” означает “ход какого-либо явления, последовательная смена состояний, стадий развития и т. д.” [12, с. 417]. В генетическом анализе используется понятие механизм как совокупность промежуточных состояний и процессов, претерпевающих какое-либо физическое, химическое или иное изменение [13].

Анализ геотехноморфосистем как пространственно-временных образований важен для раскрытия геотехноморфологического взаимодействия между природными и техногенными объектами, способствуя более надежному изучению трансформации рельефа под влиянием природных сил (естественных потоков вещества) и факторов антропогенного происхождения (техногенных потоков вещества). Геотехноморфосистемы – это структурные подразделения (регионального, локального уровней) интегральной геоповерхности. Геотехноморфосистемы относятся прежде всего к территории суши, что не исключает распространения их на дно морей. Геотехноморфосистемам всех уровней присущи общие признаки и качества: вещественный состав, энергетика, дифференциация и интеграция, структура, функционирование, состояние, возраст, динамика.

Организованность геотехноморфосистемы

Исследование преобразований рельефа земной поверхности в результате деятельности человека целесообразно проводить с учетом организованности геотехноморфосистем. Установленные в работе [14, с. 47] аспекты организации в антропогенных ландшафтах, а именно “*структурный*, раскрывающий основное условие возникновения и сохранения организации, *динамический*, показывающий направленный характер изменения организации, *интегративный*, вскрывающий механизм связи или способ объединения в систему разнокачественных элементов, *регуляционный*, позволяющий понять поведение и целостность” справедливо распространять и на геотехноморфосистемы. Таким образом, *организованность геотехноморфосистемы* – это связанность природных и техногенных морфолитообъектов, объединенных потоками вещества и энергии и функционирующих как единое целое в пространстве-времени.

Существенный признак организованности геотехноморфосистем – переходные, промежуточные между природными и техногенными процессы и объекты. Под *техногенными* процессами подразумеваются непосредственные технологические действия по перемещению (изъятию или привнесению) вещества (материала) в пространстве-времени. В отличие от них *техноплагенные* явления представляют собой развивающиеся за счет природных сил процессы, но возникшие вследствие технологического толчка или от завершившегося мероприятия-действия.

При сравнении техногенных с техноплагенными процессами выявлены их различия по энергетическому фактору, обусловленности проявления, прогнозируемости результатов. Реализация техногенных процессов (дающих для человека практический эффект) запускает не предусмотренную инженером цепь техноплагенных процессов, существенно изменяющих окружающую среду. В условиях интенсификации взаимодействия общества и природы актуализируется поисково-прогнозное изучение техноплагенных процессов во времени-пространстве.

К техноплагенным процессам (переходным, промежуточным) между естественными и техногенными относятся, например, понижение земной поверхности вследствие дегидратации и уплотнения глинистых пород в результате откачки подземных вод; провалы и оседание поверхности в результате шахтного водоотлива в закарстованных массивах; образование просадок, провальных воронок, оседания земной поверхности в зонах подземной добычи полезных ископаемых (солей, руд и др.) технологическим растворением, выщелачиванием; деформации оползневого характера на склонах в результате искусственного повышения уровня грунтовых вод; образование морского пляжа за счет переноса волнами отсыпанного песка и гравия с барж на глубинах 3–5 м; формирование пляжа вдольбереговым течением, переносящим галечный материал, отсыпанный в море с горного обрыва.

Переходным качеством обладают не только техноплагенно возникающие формы рельефа, но и специфичные материальные образования – технолиты, состоящие из природного минерального вещества, перемещенного, измененного, приобретшего в результате хозяйственной деятельности иные структурные связи, физико-механические свойства. В качестве технолитов автором рассматриваются природные, минеральные материалы терриконов, отвалов, земляных плотин, валов, дамб, насыпей автомобильных и железных дорог, намывных и насыпных террас, засыпанных траншей, коммуникаций, провалов, лощин, балок, оврагов, долин рек и т.п.

Организованность геотехноморфосистем и ее некоторые теоретико-практические следствия

Знания о техноплагенных рельефопреобразующих процессах способствуют объективному анализу естественных трендов развития ряда не только геоморфологических процессов (линейной и плоскостной эрозии, дефляции, абразии, оползнеобразования, оврагообразования), но и иных в конкретных обстановках. Например, в недалеком прошлом не остались незамеченными миграции болот, расширение заболачивания и подтопления населенных пунктов в Западной Сибири. Отдельные исследователи, используя аэрофотоснимки, стали определять направление и интенсивность течения болотных вод и по этому признаку “выделять на территории сплошной заболоченности районы с большим уклоном подстилающей поверхности, т.е. районы, соответствующие краевым зонам поднятий” [15, с. 111]. Однако миграция болот, а также перекося днищ озерных котловин, подтопление одного берега озера и обмеление у противоположного является следствием нетектонических движений. В частности, опускания земной поверхности в районах нефтяных месторождений вызваны процессами техноплагенного рельефопреобразования, а именно дегидратацией и уплотнением глинистых пород на глубине 800–1500 м в результате отъема воды для за- и внутриконтурного заводнения.

Интегральная геоповерхность как наружное выражение геотехноморфосистемы под влиянием хозяйственной и иной деятельности человечества не остается в статическом положении. Еще Ю.А. Мещеряков [16, с. 149] отметил, что “многие большие города оседают под действием собственной тяжести”, назвав в качестве примера г. Таллинн. Вследствие образования крупных котлованов, карьеров, карьерных полей, взрывообразного роста городов возникает “геотехноморфогенная изостазия”, т.е. изменение равновесного состояния земной коры в результате техногенного изъятия или привнесения значительных масс вещества.

Например, инструментально установлена московская городская “чаша оседания” до 1 м и более (сформировавшаяся под влиянием веса зданий и других сооружений), обрамленная (что принципиально для понимания сути опускания) кольцевой зоной шириной 10–30 км компенсационных поднятий. В Хибиных, после того как вес изъятной горной породы превысил 200 млн. тонн, возросли темпы современных поднятий геоповерхности [17]. Всего в Хибиных уже извлечено 1360 млн. т руды. Вероятны проявления геотехноморфогенной изостазии в Канско-Ачинском буроугольном бассейне, поскольку на крупнейших его разрезах – Бородинском, Назаровском, Березовском за период их действия с 1949, 1953, 1975 гг. угледобыча составила соответственно 1500, 650, 250 млн. т, а также в Печорском бассейне, где из Воркутинского, Воргашорского, Интинского месторождений за последние 60 лет добыто 970 млн. т угля. Геотехноморфогенная изостазия может повлиять на трансформацию режима эндогенной активности недр, способствовать возникновению крупномасштабных гравитационных аномалий. Приведенными примерами не исчерпываются аспекты организованности геотехноморфосистем.

Заключение

Геотехноморфосистема включает в свой состав качественно отличные друг от друга элементы природы и общества, поэтому познание организованности геотехноморфосистем “требует особенно глубокого понимания сути процессов создания из неоднородных частей целого, единого” [18, с. 5]. Организованность геотехноморфосистем постоянно находится в процессе формирования уже организованного, в процессе перехода к новым формам освоения геотехноморфогенного пространства, связанным с развитием хозяйственной и иной деятельности человечества. Под воздействием расширяющегося и усложняющегося рельефообразования организованность геотехноморфосистем меняет свои пространственные масштабы и характер геотехноморфогенных проблем.

К актуальным геотехноморфогенным территориально-пространственным проблемам относятся: ослабление эколого-экономических функций интегральной геоповерхности в результате потери устойчивости рельефа (из-за ухудшения физико-технических свойств, несущей способности грунтов), интенсивного образования провалов, рвов, оползней, оседания, проседания и т. д.; сокращение территориально-ресурсного потенциала интегральной геоповерхности в результате затопления, размыва, обвалов, формирования воронок, оврагов, образования карьеров и карьерных полей, нарушения термического равновесия в многолетнемерзлых породах и т. д.

Разработка систематизации геотехноморфосистем, исходя из причинности возникновения, взаимодействия внутренних и внешних факторов, геопространственной проявленности (точечной, площадной, линейной), иерархичности, свойств устойчивости, изменчивости, динамичности, структурной и функциональной целостности, – актуальная задача разномасштабных геотехноморфологических исследований с учетом теоретических положений современной геоморфологии [19]. Информация о строении, функционировании геотехноморфосистем и их организованности может служить надежной научно-методологической базой углубленных геоморфологических построений адекватных многокомпонентной географии, изучающей сложные природные и природно-хозяйственные системы.

1. Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. Геоморфологические системы и их организованность // Геоморфология. 2007. № 1. С. 3–9.
2. Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология: Словарь-справочник. М.: Медиа-Пресс, 2004. 240 с.
3. Географический энциклопедический словарь. Понятия и термины. М.: Сов. энциклопедия, 1988. 432 с.
4. Тимофеев Д.А., Уфимцев Г.Ф., Онухов Ф.С. Терминология общей геоморфологии. М.: Наука, 1977. 200 с.
5. Розанов Л.Л. Интегральная геотехноморфология (теоретико- методологический аспект) // Изв. ВГО. 1985. Т. 117. Вып. 4. С. 311–320.
6. Розанов Л.Л. Геотехноморфогенез – интегративный геосферный процесс // Изв. ВГО. 1989. Т. 121. Вып. 6. С. 494–499.
7. Розанов Л.Л. Геотехноморфосистемы и рельефообразование // Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985. С. 127–129.
8. Розанов Л.Л. Теоретические основы геотехноморфологии. М.: Изд. ИГ АН СССР, 1990. 189 с.
9. Розанов Л.Л. Технолитоморфная трансформация окружающей среды. М.: Изд. НЦ ЭНАС, 2001. 182 с.
10. Розанов Л.Л. Интегральная геоперверхность – морфологическая основа географической оболочки // Изв. РАН. Сер. геогр. 2001. № 2. С. 32–40.
11. Федоров Б.Г. Земная поверхность и проблемы планетарной геодинамики. Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. 216 с.
12. Словарь иностранных слов. М.: Рус. яз., 1989. Изд. 18 (стер). 623 с.
13. Симонов Ю.Г. Геоморфология. Методология фундаментальных исследований. СПб.: Питер, 2005. 427 с.
14. Булатов В.И. Функциональная организация и управление в антропогенных ландшафтах / Влияние человека на ландшафт // Вопр. геогр. 1977. Сб. 106. С. 44–53.
15. Применение геоморфологических методов в структурно-геологических исследованиях. М.: Недра, 1970. 296 с.
16. Мещеряков Ю.А. Рельеф СССР (морфоструктура и морфоскульптура). М.: Мысль, 1972. 520 с.
17. Ананьев Г.С. Катастрофические процессы рельефообразования. М.: Изд-во МГУ, 1998. 102 с.
18. Преображенский В.С. Организация, организованность ландшафтов. М.: Институт географии АН СССР, 1986. 20 с.
19. Геоморфология: учебное пособие для вузов / А.Н. Ласточкин, Д.В. Лопатин. М.: ИЦ “Академия”, 2005. 519 с.

МГОУ

Поступила в редакцию
09.11.2007

GEOTECHNOMORPHOGENESIS AND ORGANIZATION OF GEOTECHNOMORPHOSYSTEMS

L.L. ROSANOV

Summary

The concept of geotechnomorphosystem and its organization is discussed on the basis of the notions of geotechnomorphogenesis, integral geosurface, and geotechnomorphogenic space.