

ПРИРОДНИЧО-ГЕОГРАФІЧНІ ДОСПІДЖЕННЯ

УДК: 551.2/551.3/551.4

Э.А. Лихачева¹, В.П. Палиенко², Э.Т. Палиенко³, А.В. Кошкареев¹, Р.А. Спица² АНТРОПОГЕННЫЕ ГЕОМОРФОСИСТЕМЫ: ПРОБЛЕМЫ И ПРИНЦИПЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

Е.О. Ліхачова¹, В.П. Палієнко², Е.Т. Палієнко³, О.В. Кошкарєв¹, Р.О. Спиця²

АНТРОПОГЕННІ ГЕОМОРФОСИСТЕМИ: ПРОБЛЕМИ І ПРИНЦИПИ КАРТОГРАФУВАННЯ

¹Інститут географії РАН, Москва

²Інститут географії НАН України, Київ

³Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Охарактеризовано сучасні проблеми, принципи і підходи до вивчення і картографування антропогенних геоморфосистем, що формуються при різних видах природокористування. Обґрунтовано необхідність відображення на спеціальних картах лімітуючих умов просторової організації цих геоморфосистем, процесів, що дестабілізують їх стійкість і функціонування, а також інформації про їх зміни з метою наукового обґрунтування, моніторингу і вирішення екологічних завдань.

Ключові слова: антропогенні геоморфосистеми; лімітуючі умови організації; дестабілізуючі фактори функціонування; стійкість; ГІС-картографування.

E. Likhachova¹, V. Palienko², E. Palienko³, O. Koshkariov¹, R. Spytysya²

ANTHROPOGENIC GEOMORPHOSYSTEMS: ISSUES AND PRINCIPLES OF MAPPING

Institute of Geography, Academy of Sciences of Russia, Moscow

Institute of Geography, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

Kyiv Taras Shevchenko National University.

Current issues, principles and approaches to research and mapping of anthropogenic geomorphosystems, formed under different types (ways) of nature management have been characterized/described. The necessity to reflect spatial organization limitations of those geomorphosystems on special maps, as well as processes destabilizing their sustainability and functionality as well as information about their changes with scientific justification, monitoring and solution of ecological issues in mind has been justified (demonstrated/proved).

Key words: anthropogenic ecosystems; organization limitations; functionality destabilizing factors; sustainability; GIS-cartography.

Важнейшая роль в систематизации представлений о формировании, строении, развитии рельефа, в обосновании концепций общего и специального геоморфологического анализа на основе унифицированных теоретико-методических подходов на всех этапах развития геоморфологии принадлежит геоморфологическому картографированию. Проблемам изучения рельефа и геоморфологического картографирования во второй половине XX и начале XXI ст. посвящены фундаментальные научные труды известнейших отечественных и зарубежных ученых. В них детально освещены научные основы общего геоморфологического картографирования, особенности и методы картографирования полигенетического и разновозрастного рельефа равнинных и горных стран.

В последнее десятилетие особое внимание уделяется теоретическим и практическим аспектам применения системного анализа в геоморфологии, в частности активно развиваются представления о геоморфосистемах, их организованности, факторах формирования и функционирования [9, 10, 12]. Термин «антропогенно-геоморфологические

системы» является собирательным, отражает все разнообразие объектов антропогенной геоморфологии, созданных в результате взаимодействия природных факторов геоморфогенеза и человеческой деятельности на освоенных территориях [10,12].

Среди актуальных проблем изучения антропогенных геоморфосистем особо важными являются проблемы выявления оптимальных условий их формирования, характеристики адаптационных свойств, оценки устойчивости, в том числе внутренних и внешних связей с геосистемами других типов, а также пространственной организованности.

Одним из важных направлений, способствующих решению названных и ряда сопутствующих проблем, является специальное тематическое картографирование [1, 2, 7, 8, 11, 13, 14, 18, 22, 28].

Вместе с тем, более скромное место занимают вопросы специального (прикладного) геоморфологического картографирования. Наиболее целенаправленно эти вопросы освещены в «Руководстве по детальному геоморфологическому картированию», изданному в 1976 г. под эгидой Комис-

сии по геоморфологической съемке и картированию Международного географического союза [11].

Проблемы картографирования для целей антропогенной геоморфологии определяются, прежде всего, необходимостью отражения специальной информации о рельефе как объекте хозяйственного освоения территории, включая разностороннюю информацию о генезисе, динамическом состоянии природных геоморфосистем, опасных процессах, которые могут ограничивать эффективное и безопасное функционирование антропогенных (техногенных) объектов и т.д. Среди собственно картографических проблем привлекают внимание проблемы унификации подходов для картографирования антропогенного рельефа в разных масштабах с целью создания аналитических и синтетических модификаций карт антропогенного геоморфогенеза; достоверности границ картографируемых антропогенных объектов (на картах крупного масштаба); способа отображения необходимой информации (ареальный, точечный, комбинированный), использования новейших технологий картографирования, прежде всего ГИС [6, 24, 25].

Картографирование антропогенных геоморфосистем основывается на применении таких принципов:

- рационального использования геолого-геоморфологического пространства для оптимальной организации;
- учета пороговых пределов антропогенных нагрузок на геолого-геоморфологическое пространство;
- адаптивности к существующим лимитирующим условиям;
- индивидуальности;
- учета иерархической организованности;
- учета внутренних и внешних связей при формировании парагенетических комплексов;
- отражения признаков, приобретенных в результате природных или антропогенных дестабилизирующих факторов.

Прикладные геоморфологические карты широко применяются при различных видах природопользования – в планировании, сельском и лесном хозяйстве, при жилищном, промышленном, гидротехническом, транспортном строительстве, проектировании и эксплуатации сооружений, поисках полезных ископаемых, мелиорации, решении природоохранных задач и т.д. Для каждого из видов предполагаемого практического использования рельефа составляются специальные карты, на которых, кроме общей характеристики рельефа, обязательно должна быть отражена специальная информация, в том числе:

а) характеристика геоморфологических усло-

вий, лимитирующих пространственную организацию планируемых хозяйственных объектов;

б) характеристика факторов, которые могут обусловить дестабилизацию функционирования антропогенных объектов, либо их разрушение;

в) элементы прогноза потенциально возможных негативных последствий хозяйственного освоения территории;

г) данные для обоснования решения мониторинговых задач с целью предупреждения риска возникновения ситуаций, экологически опасных для жизнеобеспечения населения.

Не останавливаясь детально на содержании *общей геоморфологической нагрузки* на прикладных (специальных) картах, отметим, что, в зависимости от масштабов картографирования, с разной степенью детальности отражаются данные об абсолютных отметках рельефа, интегральном и частных показателях его расчлененности, морфолитогенетических особенностях рельефообразующих отложений, генезисе и длительности формирования доминирующих форм (типов) рельефа, парагенетических комбинациях форм рельефа, геодинамике современных рельефообразующих процессов (экзо-, эндогенных, природно-антропогенных) и другие.

Особое внимание при проведении специального картографирования антропогенных геоморфосистем должно уделяться отображению *лимитирующих (ограничивающих) геоморфологических условий* при разных видах хозяйственной деятельности, в результате которой создается антропогенный рельеф, формируются внутренние и внешние связи в антропогенных геоморфосистемах разных типов. При этом важное значение придается выявлению участков, неблагоприятных для антропогенного освоения при определенных видах природопользования, в частности с проявлениями неблагоприятных процессов, наличием зон геоморфологического, неогеодинамического риска и т.д. [2, 3, 4, 5, 7, 8, 14, 17, 22, 26, 28].

На урбанизированных территориях особое значение приобретает отображение на картах участков, устойчивых и неустойчивых к определенным видам строительных нагрузок, с характеристикой свойств и мощностей рельефообразующих отложений, количественных параметров, благоприятных и неблагоприятных для строительства типов и форм видимого, а также погребенного рельефа (долинных, карстовых), активных рельефообразующих природных и природно-антропогенных процессов, в т.ч. интенсивности современных медленных и быстрых (сейсмических) движений земной коры, активных линейных и площадных морфоструктур и других [2, 3, 9, 12, 16, 28].

При картографировании рельефа для целей

гидротехнического строительства внимание акцентируется на выделении участков сужения речных долин (для проектирования плотин) и их расширений (для проектирования водохранилищ), изучении интенсивности эрозионных и аккумулятивных процессов в руслах и на склонах долин, возможности проявления процессов затопления и подтопления прилегающих территорий.

Достаточно широким является перечень лимитирующих условий для целей строительства дорог, продуктопроводов, каналов и других линейных сооружений. Среди них особое внимание привлекают участки локализации древних и современных оползней, обвалов, эрозионных, абразионных, карстовых, эоловых, суффозионно-просадочных форм, динамически активных, пролювиальных конусов, глубинной и боковой эрозии в руслах и другие [5, 7, 11, 13, 14, 16, 18].

К числу лимитирующих условий при картографировании районов открытой добычи полезных ископаемых, особенно при открытой добыче, относятся территории с локализацией деструктивных форм рельефа (эрозионных, абразионных, карстовых), активных разломных нарушений (тектонически раздробленных зон). Важным в процессе картографирования лимитирующих условий районов добычи полезных ископаемых является показ глубин залегания подземных вод, которые в процессе формирования антропогенных форм рельефа (терриконы, отвалы, хвостохранилища) могут быть существенно загрязнены и станут непригодными для использования, а также проницаемости залегающих с поверхности горизонтов осадочных пород с различным литологическим составом, форм погребенного рельефа и т.д.

Для целей сельского и лесного хозяйства особый интерес представляет картографирование участков, непригодных для определенных видов сельскохозяйственного освоения, в частности крутых склонов, территорий с высокими количественными показателями горизонтального и вертикального расчленения рельефа, с проявлениями плоскостного смыва, активной овражной эрозии, оползней, осыпей, затопления и подтопления, наличием засоленных почв, проявлением эоловой деструкции верхних горизонтов почв, погребением под эоловыми отложениями продуктивных почвенных горизонтов.

Учет перечисленных выше лимитирующих условий для разных видов природопользования необходим для общего вывода о благоприятности либо неблагоприятности использования территории с целью различного хозяйственного освоения.

Не менее важной представляется информация о действующих и предполагаемых дестабилизирующих факторах, с которыми уже связаны или в перспективе могут быть связаны особенности

функционирования антропогенных (техногенных) объектов. Среди них приоритетное место занимают опасные геодинамические процессы, проявляющиеся в пределах осваиваемого геолого-геоморфологического пространства, приводящие к возникновению деформаций, зон деструкции и т.д. Они могут быть связаны с проявлением природных, антропогенных и природно-антропогенных процессов.

К наиболее опасным эндогенным процессам относятся: сейсмическая активность, современная тектоническая активизация разломных зон, а также экзогенных процессов, пространственно совпадающих с их расположением, дифференцированность активности современных медленных тектонических движений в границах площадных морфоструктур, особенно в пределах горных и переходных от горных к платформенным территорий, а также в зонах сочленения современных поднятий и опусканий в равнинно-платформенных областях.

Из опасных экзогенных дестабилизирующих процессов первоочередному вниманию при картографировании подлежат процессы с высокими скоростями протекания, в частности оплывины (скорости протекания 1 – 1000 м/час), оползни и осыпи (0,001 – 100 км/час), обвалы (0,001–300 км/час), провалы в результате проявления карста, суффозии, просадки при увлажнении и дополнительных нагрузках на застраиваемых территориях (0,1 – 20 мм/сутки), создании подземных выработок (1 – 10 м/час) и тому подобные.

Важную роль в активизации дестабилизирующих факторов функционирования хозяйственных объектов играет деятельность человека - подрезка и пригрузка склонов, уменьшение плотности растительного покрова, изменение условий поверхностного и подземного стока, деформации земной поверхности в районах водохранилищ, откачивания нефти, газа, подземных вод, проведения интенсивных горных работ. К дестабилизирующим относятся также процессы, обусловленные увеличением техногенных нагрузок и связанные с этим понижения земной поверхности, провалы кровли карстовых полостей, изменения водообмена и уровней подземных вод, формирование участков с повышенной инфильтрацией, геохимическими и гидрохимическими аномалиями и другие.

Особое внимание должно быть уделено вопросам повторяемости дестабилизирующих процессов в разных геоморфологических условиях.

Проявление природных и антропогенных дестабилизирующих процессов часто является причиной нарушения функционирования антропогенных геоморфосистем, либо даже их разрушения. Поэтому объектами картографирования становятся, например, сейсмогенерирующие разломы, зоны

проявления тектонического крипа вдоль активных на неотектоническом и современном этапах разрывных нарушений разных кинематических типов, особенно в районах расположения атомных электростанций, хранилищ радиоактивных отходов. Отображение такой информации на картах антропогенного геоморфогенеза содержательно дополняет их с точки зрения прогнозирования развития потенциальных рисков в зоне техногенного (антропогенного) освоения геолого-геоморфологического пространства. В этом контексте особое значение приобретают данные о рисках проявления опасных процессов разных типов и их сочетаний, потенциально способных изменить состояние либо вызвать разрушение антропогенных геоморфосистем, обусловить изменения направлений хозяйственного использования территорий и, главное, явиться причиной негативных экологических последствий.

Особую ценность представляют карты *устойчивости антропогенных геоморфосистем* в конкретных геоморфодинамических условиях с привлечением данных об экономической оценке ущерба от нарушения их функций, об оценке техногенных статических или динамических нагрузок в баллах или по площади воздействия. В их числе следует упомянуть карты устойчивости природной морфолитосистемы к антропогенному воздействию, устойчивости антропогенной геоморфологической системы к проявлению опасных явлений природы, функциональной устойчивости антропогенно-геоморфологических связей, структурной устойчивости пространственной организованности природных и антропогенных геоморфосистем.

Для характеристики разных типов устойчивости антропогенных геоморфосистем в разных масштабах могут быть составлены карты:

- пространственной структуры (организованности): информационные, информационно-аналитические, рекомендательные;
- временной динамики: исторические, прогнозные;
- вероятностно-статистические, информационно-аналитические, оценочные, причинно-следственные и рекомендательные.

Представляет интерес отражение конкретной информации на картах:

- антропогенной трансформации природных геоморфологических условий с характеристикой прямых техногенных изменений рельефа, соотношений разных земельных угодий, оседаний поверхности, провалов, обрушений, уплотнения пород, накопления техногенных отложений, изменения химизма и уровней грунтовых вод;
- дестабилизирующих факторов, ограничивающих нормальное функционирование антропогенных объектов, особенно повышенной экологи-

ческой опасности (например, АЭС, гидроузлы, ТЭЦ, хранилища токсических отходов);

- инженерно-геоморфологических условий с выделением зон, районов с разной степенью проявления опасных экзогенных, эндогенных, техногенных процессов;

- геоэкологических условий с показом техногенных трансформаций рельефа, загрязнения окружающей среды промышленными и бытовыми отходами, искусственных физических полей;

- интегрального геоэкологического риска, включая геологический, геохимический, геофизический риски, в том числе информацию об источниках опасности с выделением зон их влияния.

Недооценка или игнорирование взаимосвязей между природными и техногенными подсистемами неоднократно являлись одной из главных причин ряда техногенных аварий инженерно организованных геоморфологических систем. Например, недоизученность инженерных свойств рельефообразующих отложений приповерхностной части литосферы в сочетании с недостаточным обоснованием возможных негативных последствий взаимодействия надземных и подземных антропогенных геоморфосистем в процессе строительства и эксплуатации отдельных участков метрополитена в г. Киеве привела к ряду техногенных аварий, связанных с просадками грунта над тоннелями. Недоизученность палеогеоморфологических и гидрогеологических условий в пределах бассейна р. Лыбидь стала причиной активизации ряда неблагоприятных геолого-геоморфологических процессов, повлиявших на условия строительства ряда инженерных объектов, в частности здания Южного вокзала в г. Киев и подземных коммуникаций ветки метрополитена.

Проблемы картографирования антропогенных геоморфосистем в настоящее время успешно решаются с помощью ГИС-технологий [6,16,24,25].

Результатом геоинформационного картографирования является создание серии аналитических и синтетических электронных карт путем автоматизированной типизации и визуализации атрибутивной информации пространственно ориентированной базы данных. База данных для обеспечения картографирования антропогенных геоморфосистем при различных видах природопользования состоит из ряда информационных блоков, содержащих необходимую информацию для моделирования общих геоморфологических условий, определяющих пространственную организацию и режим функционирования хозяйственных объектов, природных и техногенных факторов, способных нарушить устойчивость антропогенных геоморфосистем, влиять на безопасность их функционирования, а также для прогноза возможных изменений (в т.ч. негативных) внутренней

структуры и внешних связей геоморфосистемы в результате хозяйственного освоения территории, мониторинга состояния антропогенной геоморфосистемы с целью оценки геоморфологического риска и предупреждения аварийных ситуаций.

Преимуществом электронных геоморфологических карт является многослойность (возможность создавать и при необходимости визуализировать дополнительные тематические слои), полимасштабность (возможность визуализации данных с разной степенью детализации содержания, определяющейся информационным наполнением соответствующей базы данных), мультимедийность (дополнение собственно картографического изображения другими элементами, включая фотоизображения, видео, звук, анимации, позволяющими получать существенно больший объем информации о структуре, компонентах, внешних связях антропогенных геоморфосистем), полиморфизм (возможность параллельного существования в цифровой, электронной и бумажной формах), трехмерность (панорамные фотореалистичные изображения, близкие к виртуально-реальным), вариативность содержания (изменения «на лету» картографических проекций, координатных систем отсчета, легенд, компоновки и общего дизайна карт), ликвидность (доступность всегда и отовсюду по телекоммуникационным каналам связи) [6,24,25]

Практически все современные программные средства ГИС имеют в своем арсенале ряд стандартизированных операций (экспорта-импорта данных, растрово-векторные, измерительные, полигональные, пространственно-аналитические, цифрового моделирования), превращающих их в действенный инструмент современного геоморфологического анализа, моделирования и картографирования [24].

Современная электронная геоморфологическая карта для целей регионального природопользования, созданная на морфоструктурно-морфоскульптурной основе, является сложной синтетической моделью, содержащей информацию о типах природного рельефа (морфоструктуры, морфоскульптуры), его морфологии, возрасте и динамике на разных этапах развития, включая современный, характеризующийся интенсивным влиянием антропогенного фактора. Создание таких геоинформационных моделей осуществляется с использованием алгоритмов пространственного геоморфологического моделирования, сущность которых состоит в создании математических моделей разноранговых геоморфологических объектов на основе многофакторного анализа, определения их взаимосвязей, проведении районирования. В основу моделирования положен математико-статистический анализ пространственных расположений и временных рядов, межслойный корреляционный

анализ, тематическая статистико-математическая обработка данных дистанционного зондирования Земли.

Среди перспективных направлений дальнейшего внедрения новых информационных и информационно-телекоммуникационных технологий в географические, в том числе геоморфологические, исследования можно назвать дальнейшую интеграцию ГИС с системами обработки данных *дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)* и миграцию средств ГИС и данных в сетевую среду.

Важное направление геоинформационного геоморфологического картографирования антропогенных геоморфосистем – многомерное имитационное моделирование, целью которого является создание многомерных синтетических моделей, учитывающих генетические, морфологические, морфометрические характеристики рельефа, состав и свойства рельефообразующих отложений, типы и интенсивность природных эндогенных и экзогенных, а также антропогенных процессов, многообразии взаимосвязей геоморфологических систем с геологическими, гидрогеологическими, ландшафтными и социальными геосистемами. Создание таких моделей позволит получать разноплановую информацию о текущем состоянии и устойчивости антропогенных геоморфосистем, а также прогнозные модели их развития с учетом возможного изменения условий функционирования вследствие воздействий прежде всего техногенных факторов, интенсивность которых в настоящее время во многих случаях значительно превышает интенсивность воздействия природных эндо- и экзогенных факторов.

Геоинформационное геоморфологическое моделирование антропогенных геоморфосистем базируется на принципах прозрачности (созданные модели должны быть прозрачными как относительно их структуры, так и относительно исходных данных), возможности дальнейшей детализации (модели должны обладать возможностью включения в структуру исходной базы данных новых сведений о рельефе, рельефообразующих процессах и отложениях, обеспечивать мультимасштабность интерполяции данных и их графического отображения), комплексности, унифицированности теоретико-методологических подходов.

Несмотря на использование достижений геоинформационного моделирования, создание современной карты антропогенных геоморфосистем на морфоструктурно-морфоскульптурной основе является сложным аналитически-синтетическим процессом, не лишенным доли субъективизма. Программно-аппаратные средства ГИС, в подавляющем большинстве случаев используемые для создания аналитических моделей, до сих

пор не имеют, например, программных модулей для определения генетических типов рельефа, его возраста, выделения геоморфо-логических таксонов на основе комплекса критериев. Далеко не полностью решен вопрос создания автоматизированных систем геоморфологического картографирования, содержащих унифицированные для разных масштабов цветовые схемы, библиотеки символов, линий, штриховок, общепринятые классификации и способы визуализации свойств антропогенных геоморфосистем.

Вывод

Анализ современного состояния изученности антропогенных геоморфосистем свидетельствует о значительных успехах в решении актуальных проблем этого направления, однако убеждает в необходимости более глубокого освещения вопросов систематики антропогенных геоморфосистем с учетом лимитирующих условий их формирования, дестабилизирующих факторов функционирования, а также прогнозов эффективного развития.

1. Геоморфологическое картирование /под ред. Н.В. Башениной. – М., 1977. – 375 с.
2. Геоморфологическое картографирование для народнохозяйственных целей. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 238 с.
3. Геоэкология Москвы: методология и методы оценки состояния городской среды / отв. ред. Г.Л. Кофф, Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2006. – 200 с.
4. Герасимов И.П. Конструктивная география // Избранные труды. – М.: Наука, 1996. – 144 с.
5. Котлов Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. – М., 1978. – 263 с.
6. Кошкарев А.В. Инфраструктуры пространственных данных: текущее состояние и проблемы. Российский и зарубежный опыт // Охрана окружающей среды и природопользование. – 2011. – № 3. – С. 37–47.
7. Кравчук Я.С. Инженерно-геоморфологічне картографування. – Львів: Вид-во “Світ”, 1991. – 144 с.
8. Левадюк А.Т. Инженерно-геологический анализ равнинных территорий (на примере равнин гумидной и аридной морфоклиматических зон). – Кишинев, 1983. – 254 с.
9. Лихачева Э.А. Антропогенно-геоморфологические системы // Геоморфологические системы: свойства иерархия, организованность. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2010. – С.176–181.
10. Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология. Словарь-справочник. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2004. – 240 с.
11. Методическое руководство по инженерно-геологической съемке м-ба 1: 200 000 (1:100 000 – 1: 500 000). – М., 1978. – 391 с.
12. Оценка состояния городской морфолитосистемы на примере Москвы и Братиславы / Э.А. Лихачева, Л.В. Бахирева, М. Станковянский, Я. Урбанек // Геоморфология. – 1991. – № 1. – С. 30–42
13. Палиєнко В.П., Матошко А.В., Барцевський М.С., Стиця Р.О. та ін. Сучасна динаміка рельєфу України. – К.: Наук. думка, 2005. – 267 с.
14. Палиєнко Э.Т. Поисковая и инженерная геоморфология. – К.: Высшая школа, 1978. – 198 с.
15. Принципи і методи геолого-геоморфологічних і морфоструктурно-неогеодинамічних досліджень в районах АЕС України для виявлення дестабілізуючих факторів і вирішення моніторингових задач / В.П. Палиєнко, М.С. Барцевський, А.В. Матошко та ін. // Укр. геогр. журн. – 2001. – №3. – С.59–68.
16. Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология) / Отв. ред. Э.А. Лихачёва, Д.А. Тимофеев. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. – 640 с.
17. Рудько Г.І., Кравчук Я.С. Инженерно-геоморфологічний аналіз Карпатського регіону України. – Львів: Вид.центр ЛНУ, 2002. – 172 с.
18. Руководство по детальному геоморфологическому картированию / Гл. ред. Я. Демек, ред. рус. издания Н.В. Башенина, М.В. Пиотровский, Д.А. Тимофеев. – Брно, 1976. – 330 с.
19. Симонов Ю.Г. Геоморфология. Методология фундаментальных исследований. – С.Пб: Питер, 2005. – 427 с.
20. Симонов Ю.Г., Кружалин В.И. Инженерная геоморфология. – М.: Изд-во Моск. ун-та., 2003. – 208 с.
21. Соколовський І.Л. Закономірності розвитку рельєфу України. – К.: Наук. думка, 1973. – 215 с.
22. Спиридонов А.И. Геоморфологическое картографирование. – М.: Недра, 1975. – 182 с.
23. Спиридонов А.И. О классификации антропогенного рельефа // Климат, рельеф и деятельность человека. – Ч. I. – Казань, 1978. – С. 46-53.
24. Стиця Р.О. Використання геоінформаційних систем в геоморфологічному картографуванні // Фізична географія і геоморфологія. – К.: ВГЛ Обрії, 2006. – Вип. 51. – С. 127–133.
25. Стиця Р.О. Сучасний стан і перспективи геоінформаційного геоморфологічного і неотектонічного картографування // Національне картографування: стан, проблеми і перспективи розвитку: Зб.наук.праць. – К.: ДНВП “Картографія”, 2010. – Вип.4. – С.255-258
26. Хазанов М.И. Искусственные грунты, их образование и свойства. – М.: Наука, 1975. – 135 с.
27. Экологическая геология Украины. Справочное пособие. – К.: Наук. думка, 1993. – 407 с.
28. Экологическое картографирование в градостроительном проектировании / А.С.Курбатова, Ю.А.Баранникова, Н.Н. Комедчиков. – М. – Смоленск: НИИПИЭГ, Маджента, 2006. – 192 с.

¹Институт географии РАН, Москва

²Институт географии НАН Украины, Киев

³Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко