

Воскресенский И.С.¹, Сучилин А.А.², Ушакова Л.А.³

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА ИНФРАСТРУКТУРНОГО ОБЪЕКТА МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА

АННОТАЦИЯ

В работе рассматривается опыт применения геоинформационной системы (ГИС) для локального геоморфологического районирования территории резервуарного парка – «инфраструктурного объекта» в составе магистрального трубопровода (МТП). Он включает инженерные сооружения – емкости для хранения нефти, насосные станции, автодороги, складские и административные здания, противопожарные и другие сооружения. При строительстве изменена морфология естественных форм рельефа, что привело к изменениям в динамике естественных экзогенных рельефообразующих процессов, соответствующие формам и комплексам форм рельефа. ГИС-анализ морфологии естественных и техногенных форм рельефа, созданных при строительстве, позволили выделить «эколого-геоморфологические участки и элементы» в пределах инфраструктурного объекта МТП и прилегающей территории. Пространственный анализ при локальном эколого-геоморфологическом районировании позволил выделить территории (эколого-геоморфологические участки) с определенным комплексом (парагенезом) современных рельефообразующих процессов. Так, например, на эколого-геоморфологических участках естественного расчлененного рельефа и «буферной зоны» (пространство между инженерными сооружениями «объекта» и территорией с естественным рельефом) сформирован парагенез экзогенных рельефообразующих процессов, состоящий из «водо-древесно-каменных селей и эрозии временных водотоков». В центральной части объекта на склонах инженерных форм «рельефа» образовался парагенез, включающий «делювиальный смыл и эрозию временных водотоков». Проведено эколого-геоморфологическое районирование локального инфраструктурного объекта МТП с применением ГИС.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геоинформационная система (ГИС), материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), техногенные формы рельефа и рельефообразующие процессы, эколого-геоморфологическое районирование, парагенез экзогенных рельефообразующих процессов, инфраструктурный объект МТП.

¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские Горы, 1, 199991, Москва, Россия, *e-mail*: isvoskresensky@rambler.ru

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские Горы, 1, 199991, Москва, Россия, *e-mail*: asuhov308@gmail.com

³ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские Горы, 1, 199991, Москва, Россия, *e-mail*: la.ushakova@mail.ru

Ivan S. Voskresensky¹, Alexander A. Suchilin², Liudmila A. Ushakova³

GEOINFORMATION ECOLOGO-GEOMORHOLOGICAL STUDY OF THE RESERVOIR TANK STORAGE ON TRUNK PIPELINE

ABSTRACT

The paper describes the application of geoinformation system (GIS) for local geomorphological zoning of the territory of the reservoir tank storage (an infrastructure object, the sufficient part of trunk pipeline). The reservoir tank storage includes: oil tanks, pump stations, roads, warehouses, administrative buildings, fire-fighting facilities, etc. The morphology of natural landforms was changed during construction, and it led to the consequent changes in natural land forming processes' dynamics, which corresponds to landforms and landform complexes. GIS-analysis of landform morphology, both of natural and technogenic landforms, allows delineating so-called "eco-geomorphologic sites" and "eco-geomorphologic elements" within reservoir tank storage and adjacent territory. Spatial analysis, combined with local eco-geomorphological zoning, gives an opportunity to delineate sites with different sets of land-forming processes. For example, eco-geomorphic sites with natural severe topography and so-called "buffer zone" (the space between constructions and intact zone) are characterized by patagenesis of exogenous land forming processes, which consists of "water-lumber-stone" mudflows and water erosion caused by ephemeral streams. The central part of the territory is characterized by paragenesis of deluvial washout and ephemeral streams erosion. The "eco-geomorphologic" object zoning was performed with GIS support.

KEYWORDS: geoinformation system (GIS), remote sensing, technogenic landforms and land forming processes, eco-geomorphological zoning, paragenesis of exogenous land forming processes, infrastructure trunk pipeline object.

ВВЕДЕНИЕ

Инфраструктурные объекты российских магистральных трубопроводов (МТП) выполняют на Черноморском побережье важную функцию погрузочных терминалов. Вследствие относительно незначительной площади резервуарного парка, естественная морфология горного рельефа Северо-Западного Кавказа достаточно однообразна [Геоморфологическое районирование..., 1980]. Эколого-геоморфологическая обстановка [Кружалин, 2001] «по комплексу экзогенных процессов рельефообразования, вызывающих экологические явления и локальные события» характеризуется региональным развитием преимущественно обвально-осыпных и карстово-суффозионных процессов. Развитие опасных рельефообразующих процессов определяют рисунок природопользования трасс МТП [Кузьмин, 2009], в том числе различные по функциональному назначению объекты инфраструктуры [Репин, 2006].

Основные изменения морфологии форм естественного рельефа в пределах инфраструктурного объекта были произведены в начале 2000-х гг. при строительстве первой очереди комплекса объектов Резервуарного парка магистрального трубопровода (РПМТ)

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia, e-mail: isvoskresensky@rambler.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia, e-mail: asuhov308@gmail.com

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia, e-mail: la.ushakova@mail.ru

в районе г. Новороссийска. При строительстве был сформирован «техногенный рельеф», состоящий из крупных форм: «террасовидных площадок», «ванн, ограниченных валами» с резервуарами для хранения нефти, бетонированных «лотков» для водоотвода и водосброса атмосферных осадков за пределы территории РПМТ, выемок и насыпей автодорог (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид резервуарного парка магистрального трубопровода
(на врезке, начало строительства)

Fig. 1. General view of the reservoir fleet of the main pipeline
(on the side-start of construction)

Искусственные склоны осложнены аккумулятивными делювиальными шлейфами, эрозионными рытвинами и «десерпционными микротеррасами» [Воскресенский, 1971]. По периферии территории РПМТ на естественных формах рельефа (на склонах холмов и в днищах долин в верховьях) к настоящему времени сформировались формы рельефа, обусловленные антропогенным воздействием при эксплуатации РПМТ. К ним относятся придорожные промоины, эрозионные рытвины водосбросов с автодорог, противопожарных сооружений, нефтеперекачивающих станций РПМТ.

На прилегающей к объекту сопредельной территории изменения рельефа при строительстве свелись к частичной «планировке» склонов долин и междуречий. Изменение морфологии естественного рельефа, а также частичное уничтожение растительного (древесного) покрова привело к активизации селей и делювиального смыва.

Цель исследования заключается в локальном эколого-геоморфологическом районировании с применением ГИС объекта инфраструктуры магистрального трубопровода. Эколого-геоморфологическое районирование позволит выявить изменения в комплексе (парагенезе) современных рельефообразующих процессов, связанных с формированием техногенного рельефа при строительстве «площадного» объекта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалы исследования получены в результате эколого-геоморфологических наблюдений, проведенных на объект исследования АНО «Экоцентр» г. Москва. Естественный рельеф территории и рельефообразующие процессы (до начала строительства) были

изучены в начале 2000-х К.И. Воскресенским. В последующем в 2008 г. после строительства первой очереди она была обследована И.С. Воскресенским. Современное состояние рельефа оценивалось с использованием базы данных ГИС в программной среде MapInfo v.12.5. Это формализованные картографические источники и результаты полевых съемок, а также глобальная цифровая высотная модель рельефа «Alos World 3D» японского агентства аэрокосмических исследований (JAXA, <http://www.eorc.jaxa.jp>), с разрешением 30 м за вычетом высот древесной растительности. Кроме того, для исследования современного состояния инфраструктурного объекта РПМТ, а также для актуализации ранее накопленных материалов, использовались разновременные космические снимки высокого разрешения с картографических сервисов Google Maps, Bing Maps и Yandex Maps (рис. 2), интегрированные в ГИС.



Рис. 2. Космический снимок РПМТ с сервиса YandexMaps (2017)
(на врезке, снимок 2003)

Fig. 2. Space image of the RPMP with the service YandexMaps (2017)
(on the sidebar, snapshot 2003)

РПМТ расположен в пределах холмогорья побережья Черного моря в районе г. Новороссийска. Абсолютные высоты междуречий колеблются от 200 до 296 м, а относительные высоты достигают 50–100 м. Территория расчленена долинами притоков р. Озерейки, протекающей к северу от территории РПМТ. Холмогорье сформировано в результате эрозионно-денудационного преобразования толщи мергелей, доломитов, известковистых алевролитов и песчаников мелового возраста.

Естественные денудационные формы рельефа представлены вершинными поверхностями холмов, которые покрыты древесно-щебнистыми образованиями элювиального генезиса. Приводораздельные вершинные поверхности междуречий (ПВПМ) образуют разветвленную

сеть пологоволнистых и грядово-холмистых пространств между долинами первого и второго порядка. В днищах долин встречаются фрагменты конусов выноса ложбин и балок, сложенные супесчано-щебнистыми отложениями пролювиального происхождения. В днищах долин присутствуют участки аккумуляции селевых отложений, которые представлены скоплением крупных глыб доломитов, щебня мергелей, стволов деревьев и кустарников.

Формы рельефа, созданные при строительстве, представлены «западинами, прямоугольной в плане формы, ограниченные плосковершинными валами относительной высотой до 5 м». В них размещены резервуары для хранения нефти. Эти техногенные формы «вырезаны» в толще коренных пород – мергелей. Они размещены на уплощенных вершинах естественных холмов или их склонах. К техногенным формам рельефа относятся «террасовидные» площадки, на которых размещены инженерные сооружения, дорожные выемки и водоотводные каналы.

К техногенным формам рельефа относятся насыпи автомобильных дорог, образованные искусственными грунтами глыбово-валунного, щебенистого и дресвяно-суглинистого состава мощностью до 10 м и более.

Эколого-геоморфологическое районирование по условиям развития современных рельефообразующих процессов. При эколого-геоморфологическом районировании «площадного» объекта РПМТ выделяются единицы двух рангов: более крупная – эколого-геоморфологический участок (ЭГУ) и менее крупная – эколого-геоморфологический элемент (ЭГЭ). Первая из них, как правило, пространственно, соответствует «сложной» форме рельефа, состоящей из простых форм рельефа. Вторая – простой форме рельефа. Подобное подразделение эколого-геоморфологических таксонов и их соответствие формам рельефа позволяет учесть геоморфологические условия и пространственную приуроченность рельефообразующего процесса к простой форме рельефа и, соответственно, их парагенезов (комплексов) к сложной форме рельефа. Например, границы эколого-геоморфологического таксона «эколого-геоморфологический участок» соответствуют современным морфологическим границам фрагмента холмогорья, включающего ПВПМ и верховья долины реки.

Пространственный анализ в среде ГИС позволяет учитывать при районировании «класс опасности» экзогенного рельефообразующего процесса и ранг эколого-геоморфологического таксона. Так, например, «эколого-геоморфологический участок» соответствует ареалам распространения опасных селевых процессов и эрозии временного водотока. Эти процессы протекают в пределах сложной формы рельефа, включающей фрагменты приводораздельной вершинной поверхности междуречья (селевый водосбор) и верховья балки (участок селевой аккумуляции и эрозии временного водотока) притока р. Озерейки.

При создании ГИС для эколого-геоморфологического районирования по условиям протекания экзогенных рельефообразующих процессов выполнено несколько операций по сбору и обработке информации. Полевое обследование позволило накопить в базе данных (БД) сведения о строении рельефа территории РПМТ в виде описаний с фотофиксацией в точках наблюдений за рельефом и рельефообразующими процессами. Геоморфологическая информация группировалась в блоки данных о морфологии, генезисе, возрасте форм рельефа, рыхлых отложениях и коренных породах, участвующих в строении «сложных» и «простых» форм рельефа. В последующем эколого-геоморфологическая информация подразделялась на сведения об естественных и антропогенных формах рельефа и экзогенных рельефообразующих процессах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Орогидрография территории отражает естественный рельеф и техногенные изменения в результате строительства природно-технического комплекса РПМТ. Центральную и северо-западную части территории РПМТ занимают техногенные «положительные» фор-

мы рельефа – террасовидные площадки с инженерными противопожарными сооружениями, насыпи автодорог, склоны с противоэрозионной защитой) и «отрицательные» («ванны, ограниченные плосковысшинными валами с резервуарами для хранения нефти, противопожарные водоемы, дорожные выемки, бетонированные лотки водосбросов) (рис. 3).



Рис. 3. Техногенные формы рельефа (склоны с инженерной защитой) и инженерные объекты (противопожарный водоем)

Fig. 3. Technogenic landforms (slopes with engineering protection) and engineering structure (fire-fighting pool)

По периферии техногенного рельефа РПМТ с основными инженерными сооружениями располагается зона естественного рельефа холмогорий, практически неизменного при строительстве. Здесь господствуют крутые (25 град. и более) и средней (15–25 град.) крутизны склоны. Они опираются на днища долин. Субвертикальные уступы в пределах крутых склонов связаны с выступами устойчивых к денудации коренных пород – известковых песчаников. Склоны средней крутизны и пологие (3–15 град.), сложенные мергелями и песчаниками, обладают характерной бугристой морфологией. Отдельные бугорки достигают диаметра 1,0–3,0 м при относительной высоте до 0,5 м. К центру бугорков приурочена корневая система деревьев и кустарников. Пологие склоны приурочены преимущественно к вершинам холмов, где они плавно переходят в приводораздельные вершинные поверхности. Характерно, что площадки резервуаров приурочены к пологим склонам и выположенным вершинным поверхностям холмов.

Склоны холмов и бортов долин подвержены действию современных склоновых процессов – десерпции и делювиальному смыву [Воскресенский, 1971]. Делювиальный смыв (рис. 4) наиболее активно протекает на склонах с «разорванным» растительным покровом. На склонах активно формируются микротеррасы, сложенные щебнем мергелей, дресвой и супесью.

На десерпционных склонах в обнажениях склоновых отложений отчетливо выражены щебнисто-супесчаные «косые» слои и неправильные линзы. Смещения чехла склоновых отложений подчеркиваются «флаговой» формой корневой системы деревьев (рис. 5).



Рис. 4. Микротеррасы на делювиальном естественном склоне
Fig. 4. Microterraces on natura deluvial slope



Рис. 5. Десерпционный склон, «флаговая» форма корневой системы дерева
Fig. 5. Talus slope and "flag-form" tree root system

Техногенный рельеф и антропогенные рельефообразующие процессы. Участки размещения резервуаров представляют собой «ванны» прямоугольной формы с выровненным днищем с абсолютной высотой 260–270 м. Они ограничены техногенными «плосковершинными валами» относительной высотой до 5 м. Крутизна их склонов достигает 20–25°, что близко к углу естественного откоса для элювиальных и делювиальных грунтов.

Участки техногенного рельефа чередуются с участками сохранившегося естественного рельефа (рис. 6). Между территориями с резервуарами сохранились фрагменты днищ долины «сухих балок» шириной до 30–40 м. Склоны «сухой балки» средней крутизны, задернованы или фрагментарно покрыты кустарниками. На склонах, сложенных песчаными отложениями при «разорванном» травянистом покрове активно развивается делювиальный смыв с образованием эрозионных борозд протяженностью в первые десятки метров и глубиной до полуметра. Площадь участков, склонов «пораженных» бороздовой эрозией, достигает не менее 3000 м².



Рис. 6. Комплекс естественного и техногенного рельефа – «сухая балка»
и «деструктивные вершины холмов с ваннами и резервуарами»
Fig. 6. The complex of natural and technogenic landforms: "dry ravine"
and "destructive hilltops with reservoirs"

На техногенных деструктивных формах рельефа «склонах плосковершинных валов, ограничивающих ванны», на склонах дорожных выемок активно развивается делювиальный смыл с образованием «языков» обломков щебня и дресвы (рис. 7). На грунтовых автодорогах с грунтовым покрытием при углах наклона более 12 град. активно протекает дорожная эрозия.



Рис. 7. Техногенный деструктивный делювиальный склон с «языками щебня»
Fig. 7. Technogenic destructive deluvial slope with crushed stone masses

Эколого-геоморфологическое районирование

Проведенное в 2008 г. с применением ГИС эколого-геоморфологическое районирование территории (рис. 8) позволило обосновать предложения по расширению РПМТ. Оно позволило выделить на территории РПМТ участки междуречий, на которых эрозионные и склоновые процессы протекают с относительно невысокой интенсивностью (относительно малоактивны). Строительство резервуаров, как это видно из сравнения (рис. 2 и 8), проводилось на территориях ЭГУ 5 и 6.



Рис. 8. Схема эколого-геоморфологического районирования по состоянию на 2008 г.

Условные обозначения. Характеристики технической системы РПМТ / Эколого-геоморфологические условия экзогенных процессов

ЭГУ I – Территория расположения действующих резервуаров / Техногенные формы рельефа (днища искусственных емкостей оснований резервуаров и склоны, ограничивающих их валов) и искусственные уплотненные грунты мощностью менее 0,2–0,1 м

ЭГУ II – Внутренние автодороги РПМТ / Техногенные формы рельефа (дорожное полотно

с продольными уклонами 3–12°) и склоны берм с уклоном 25–29°) и искусственные уплотненные грунты мощностью менее 0,2–0,1 м с инженерной защитой

ЭГУ III – Сооружения кольцевой автодороги действующих объектов РПМТ / Техногенные формы рельефа (дорожное полотно с продольными уклонами 3–12°) и склоны берм с уклоном 25–29°) и искусственные уплотненные грунты мощностью менее 0,2–0,1 м дорожного покрытия и более 1 м искусственных насыпей при пересечении естественных долин временных водотоков бетонированных водостоков

ЭГУ IV – Объекты противопожарной безопасности / Техногенные формы рельефа (площадки и склоны) и искусственные самоуплотненные грунты мощностью более 1 м

ЭГУ V – Временные сооружения, участки складирования / Техногенные формы рельефа (площадки и склоны) и искусственные самоуплотненные грунты мощностью более 1 м

ЭГУ VI – Временные грунтовые дороги, водостоки, сооружения противозерозионной защиты на участках сброса поверхностного стока с территории РПМТ в естественные долины, и инженерной защиты от склоновых процессов и эрозии трассы нефтепровода / Естественные и техногенные формы рельефа на территории расширения РПМТ (склоны и днища долин, площадки и склоны берм автодорог) естественные грунты и искусственные самоуплотненные грунты мощностью до 1 м и более

ЭГУ VII – Территория проектируемого расширения РПМТ / Естественные и техногенные формы рельефа санитарной зоны территорий действующих сооружений и проектируемого расширения РПМТ (склоны и днища долин, насыпи временных дорог, селитебные земли), естественные грунты и искусственные самоуплотненные грунты мощностью до 1 м временных грунтовых автодорог

Fig. 8. Scheme of eco-geomorphologic zoning 2008

Legend. Characteristics of the technical system of RPMT / Ecological and geomorphological conditions
EGS I – Territory of the location of active reservoirs / Technogenic forms of relief (bottoms of artificial reservoirs of reservoir bases and slopes limiting their shafts) and artificial compacted soils of less than 0.2–0.1 m

EGS II – Internal highways RPMP / Technogenic forms of relief (roadway with longitudinal slopes 3–12°) and slopes of berms with a slope 25–29°) and artificial compacted soils of less than 0.2–0.1 m with engineering protection

EGS III – Constructions of the ring road RPMP / Technogenic forms of relief (roadway with longitudinal slopes 3–12°) and slopes of berms with a slope 25–29°) and artificial compacted soils of less than 0.2–0.1 m road surface and more 1 m artificial embankments at the intersection of natural valleys of temporary streams of concrete gutters

EGS IV – Objects of fire safety / Technogenic forms of relief (platforms and slopes) and artificial self-compacted soils of more than 1 m

ЭГУ V – Temporary structures, warehouses / Technogenic forms of relief (platforms and slopes) and artificial self-compacted soils of more than 1 m

EGS VI – Temporary dirt roads, drains, anti-erosion protection structures in areas of discharge of surface runoff from the territory RPMP into natural valleys, and engineering protection from slope processes and erosion of the pipeline route / Natural and technogenic forms of relief in the territory of expansion RPMP (slopes and bottoms of valleys, platforms and slopes of berms of highways) Natural soils and artificial self-compacted soils up to 1 m and more

EGS VII – The area of the projected extension RPMP / Natural and technogenic forms of the relief of the sanitary zone of the territories of the existing structures and the projected extension RPMP (slopes and bottoms of valleys, mounds of temporary roads, residential lands), Natural soils and artificial self-compacted soils up to 1 m of temporary earth road

На эколого-геоморфологическом участке V инженерные формы рельефа представлены «террасовидными площадками» временных инженерных сооружений складирования и подготовки строительных смесей с покрытием из искусственных самоуплотнившихся грунтов. Они сооружены в пределах пологоволнистой вершинной поверхности естественного холма. Современные экзогенные рельефообразующие процессы представлены

комплексом (парагенезом) склоновых и эрозионных рельефообразующих процессов, характерных для данного региона Причерноморья. Он включает процессы, протекающие на склонах: десерпция, осыпание и делювиальный смыв, а также эрозию временных водотоков, которая приводит к образованию в пределах склонов междуречных холмов многочисленных рытвин и промоин. Активизация этих процессов была предотвращена при строительстве сооружений в восточной части РПМТ рельефа выравниванием («планированием») исходной поверхности, что видно на рис. 2.

В пределах VI эколого-геоморфологического участка на уплощенных вершинных поверхностях холмов и склонах долин при строительстве созданы насыпи и выемки автотрасс, водостоки и площадки для размещения сооружений противоэрозионной защиты территории и насосной станции системы нефтепровода. Комплекс ЭРП аналогичен по набору процессов парагенезу экзогенных рельефообразующих процессов эколого-геоморфологического участка V. Однако на территории участка активно протекает селевый процесс (рис. 9), который представляет опасность для проектировавшихся сооружений в юго-восточной части РПМТ (см. рис. 2, врезка).



Рис. 9. Древесно-каменная селевая плотина в днище долины
Fig. 9. Wooden-stone debris flow dam at the valley bottom

Сопоставление материалов дистанционного зондирования на рис. 2 (основной и врезка) со схемой эколого-геоморфологического районирования (см. рис. 8) показывает, что при строительстве в юго-восточной части территории были «ликвидированы» антропогенные источники рыхлого материала селей. После окончания строительства были рекультивированы отвалы щебня на склонах насыпей автомобильных дорог.

Эколого-геоморфологическая обстановка на территории РПМТ, на которой строительство после 2008 г. не производилось, осталась без видимых изменений.

Эколого-геоморфологические участки I, II, III, IV и VII (см. рис. 8) включают техногенные формы рельефа площадок под резервуары и другие сооружения, которые были возведены до 2008 г. В ходе полевых обследований на их территории была выявлена редкая сеть или единичные эрозионные борозды и рытвины, оползневые площадки и делювиаль-

ные шлейфы. Это позволило сделать выводы о проявлении эрозионных и склоновых процессов на территории РПМТ и прилегающей к ней территории санитарной зоны. Однако дешифрирование материалов дистанционного зондирования на период после завершения строительства (см. рис. 2) не дает возможности установить расширение ареалов склоновых и эрозионных форм рельефа. Отсутствуют какие-либо признаки катастрофических проявлений экзогенных процессов и формирования крупных форм рельефа, как например эрозионные долин-«щелей», к которым в данном регионе приурочено формирование селей, или блоков оползневых тел.

ВЫВОДЫ

В настоящее время естественный рельеф холмов и верховий долин бассейна р. Озерейки преобразован в процессе строительства инженерных объектов резервуарного парка. «При преобразовании естественного холмогорного эрозионно-денудационного рельефа сформирован антропогенный рельеф, который включает фрагменты долин, частично «заполненных искусственными грунтами» и «срезанные» уплощенные вершины естественных холмов.

Изменение морфологии холмогорья эрозионно-денудационного рельефа при создании «инженерных форм рельефа» – ванн-выемок, ограниченных плосковершинными валами и крутыми склонами, с террасовидных площадок, выемок и насыпей автодорог и трассы трубопровода привело к образованию парагенеза антропогенных экзогенных рельефообразующих процессов: эрозия временных водотоков, делювиальный смыв, дорожная эрозия, обваливание и осыпание на техногенных склонах.

Эколого-геоморфологическое районирование по условиям развития современных рельефообразующих процессов с применением ГИС позволило выделить семь эколого-геоморфологических участков.

Проведенное в 2008 г. с применением ГИС эколого-геоморфологическое районирование территории послужило обоснованием для размещения новых объектов РПМТ и предотвращению развития опасных селевых процессов. Оно позволило определить участки междуречий, подверженные эрозионным и склоновым процессам с низкой активностью.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны Автономной некоммерческой организации Межрегиональная Топливо-Энергетическая Ассоциация «Экоцентр» (г. Москва) и лично Л.В. Бычковой за предоставленные материалы и возможность проведения данного исследования.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are deeply appreciated to autonomous non-profit organization "Ecotcentr" (Moscow) and personally to L.V. Bychkovskaya for the provided materials and the opportunity to carry out the research.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воскресенский С.С.* Динамическая геоморфология. Формирование склонов. М.: Изд-во Московского Ун-та, 1971, с. 230.
2. Геоморфологическое районирование СССР. М.: Высшая школа, 1980. 343 с.
3. *Кружалин В.И.* Экологическая геоморфология суши. М.: Научный мир, 2001. 176 с.
4. *Кузьмин С.Б.* Опасные геоморфологические процессы и управление естественными рисками / Отв. ред. В.М. Плюснин. Рос. Акад. Наук, Сиб. отд-ние, Ин-т географии им. В.Б. Сочавы. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2009. 195 с.

5. *Репин А.Г.* Краткий толковый словарь по газу и нефти (Brief gas-oil glossary) / Под ред. В.А. Скоробогатова, Н.Н. Соловьева, В.А. Истомина, А.К. Зайцева. М.: ООО «Геоинформ-марк», 2006. 128 с.

REFERENCES

1. Geomorphologic zoning of the USSR. Moscow: Vysshaya shkola, 1980. P. 343 (in Russian).
2. *Kruzhalin V.I.* Ecological geomorphology of land. Moscow: Nauchnyj mir, 2001. P. 176 (in Russian).
3. *Kuzmin S.B.* Hazardous geomorphological processes and natural risk management. Novosibirsk: Geo, 2009. P. 195 (in Russian).
4. *Repin A.G.* Brief gas-oil glossary: Moscow: Geoinform-mark, 2006. P. 128 (in Russian).
5. *Voskresensky S.S.* Dinamical geomorphology. Genesis the slopes. Moscow: MSU, 1971. P. 230 (in Russian).