



НАУКИ О ЗЕМЛЕ SCIENCES OF EARTH

УДК 551.4.042(470.325)

МАСШТАБЫ ТРАНСФОРМАЦИИ СТРУКТУРНО-ЛИТОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ, ИСХОДНОГО РЕЛЬЕФА И АКТИВИЗАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

SCALE OF TRANSFORMATION OF STRUCTURAL-LITHOLOGICAL BASIS, INITIAL RELIEF AND ACTIVATION OF MODERN EXOGENOUS PROCESSES AS RESULTS OF ANTHROPOGENIC ACTIVITY ON THE TERRITORY OF THE BELGOROD REGION

В.А. Хрисанов, С.Н. Колмыков
V.A. Hrisanov, S.N. Kolmykov

Белгородский юридический институт МВД России имени И.Д. Путилина,
Россия, 308024, г. Белгород, ул. Горького, 71

Belgorod Law Institute of Ministry of the Internal of the Russian Federation named after I.D. Putilin,
71 Gorky St, Belgorod, 308024, Russia

E-mail: khrisanov@bsu.edu.ru; kolmykov@bsu.edu.ru

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы влияния антропогенных процессов на изменения структурно-литологической основы, рельефа и современных экзогенных процессов. Существенное влияние на эколого-геоморфологическую ситуацию оказывают техногенные факторы, такие как разработка месторождений строительных материалов и железных руд. При обустройстве карьеров происходит интенсивное переформирование первичного рельефа, изменяются состав и свойства залегающих на поверхности отложений, уровни и состав грунтовых вод, происходит перераспределение поверхностного стока, разрушается почвенно-растительный слой, что создает благоприятные условия для таких экзогенных процессов, как овражная эрозия и оползни. В местах складирования рыхлой вскрыши и продуктов обогащения железной руды развиваются дефляционные процессы. В районе понижения грунтовых вод за счет увеличения мощности зоны аэрации происходит активизация карстовых процессов. Технолитоморфогенная трансформация земной поверхности приводит к образованию сложной системы потоков вещества, энергии, информации, влияет на структуру ландшафтов, на соотношение процессов в географической оболочке. Последний аспект наиболее существенный в рассматриваемой проблеме, так как происходящие изменения географической среды носят необратимый характер, то есть ведут к коренной перестройке естественных земных ландшафтов. Исследование техноморфогенеза является актуальным для территории Белгородской области. Приведенные в статье материалы иллюстрируют пространственную неоднородность техноморфогенеза, качественные и количественные стороны которого сильно разнятся на территории Белгородской области. В целом, наблюдается нарастание антропогенной морфоскульптуры на исследуемой территории. Различия заключаются в площади и густоте искусственных форм, их морфологии, в интенсивности проявления экзогенных геологических процессов, вызванных антропогенными процессами. Можно отметить, что область относится к регионам с интенсивными и дифференцированными по площади техногенными воздействиями на литогенную основу и рельеф, поэтому антропогенный фактор играет существенную роль в современном рельефообразовании.



Abstract

The article deals with the impact of anthropogenic processes on changes in the structural-lithological basis, the relief and modern exogenous processes. The technogenic factors, such as the development of deposits of building materials and iron ores, have a significant impact on the ecological-geomorphological situation. In the quarrying, intensive reformation of the primary relief takes place, the composition and properties of the deposits deposited on the surface, the levels and composition of groundwater vary, the surface runoff is redistributed, the soil-vegetation layer is destroyed, which creates favorable conditions for such exogenous processes as gully erosion and landslides. In the places of storage of loose overburden and products of iron ore enrichment, deflation processes develop. In the area of lowering groundwater due to increasing the capacity of the aeration zone, activation of karst processes takes place. Technolithomorphic transformation of the earth's surface leads to the formation of a complex system of material flows, energy, information, affects the structure of landscapes, the ratio of processes in the geographical envelope. The latter aspect is the most significant in the problem under consideration, as the ongoing changes in the geographic environment are irreversible, that is, lead to a fundamental restructuring of natural terrestrial landscapes. Research technomorfogeneza is relevant for the territory of the Belgorod region. The materials presented in the article illustrate the spatial heterogeneity of the technomorphogenesis, the qualitative and quantitative aspects of which differ greatly in the territory of the Belgorod region. In general, there is an increase in anthropogenic morphosculpture in the study area. Differences are in the area and density of artificial forms, their morphology, in the intensity of manifestation of exogenous geological processes caused by anthropogenic processes. It can be noted that the region belongs to regions with intensive and differentiated technogenic impacts on the lithogenic base and relief, therefore the anthropogenic factor plays a very significant role in modern relief formation.

Ключевые слова: литогенная основа, рельеф, техноморфогенез, карьеры, экзогенные процессы.

Key words: lithogenous basis, relief, technomorphogenesis, careers, exogenous processes.

Современный рельеф области образовался на ранее сформировавшейся литогенной основе, постепенно преобразовывался и исходный рельеф в процессе длительного геологического времени. Основные черты рельефа стали создаваться после выхода дна палеогенового моря на поверхность.

Заметное влияние на формирование рельефа оказали и неотектонические движения земной коры [Хрисанов, Колмыков, 2017a]. Вдоль линий разломов была заложена современная речная сеть. В плиоцене, вследствие продолжавшихся неотектонических поднятий, в пределах Белгородской области сформировался водораздел, определивший сток рек в двух главных направлениях: в сторону Окско-Донской равнины и в сторону Донецко-Приднепровской низменности.

Древний ледник оставил после себя на северо-востоке области боковые морены и флювиогляциальные отложения.

В послеледниковое время эрозионная деятельность поверхностных вод значительно усилилась, реки стали все глубже врезаться в древние долины, заполненные аллювиальными наносами, создавая серию речных террас.

Ослабление поднятий, а затем и погружение во второй половине голоцена привело к накоплению пойменного аллювия, заполнению крупных балок аллювиально-делювиальными отложениями.

Таким образом, в ходе длительной эволюции рельефа Белгородской области после выхода ее поверхности из-под палеогенового моря возникли очертания исходного рельефа, среди которого сегодня преобладает флювиальный тип с плакорами, водоразделами, склонами речных долин, балок и оврагов, надпойменными террасами, поймами рек, днищами балок и зандровой равниной на северо-востоке.

Однако хозяйственная деятельность человека существенным образом изменила сформировавшуюся литогенную основу и рельеф и заметно активизировала

проявление современных экзогенных процессов [Белоусова, 2011; Колмыков и др., 2016; Корнилов и др., 2013; Корнилов и др., 2014; Корнилов и др., 2015].

Антропогенное воздействие на литогенную основу по своей сути является определенным геологическим процессом, так как оно по размерам и масштабам проявления вполне сопоставимо с естественными процессами экзогенной геодинамики. Разница заключается только в скорости течения процесса. Если геологические процессы протекают медленно и растягиваются на сотни тысяч и миллионы лет, то скорость воздействия человека на среду укладывается в годы. Еще одна отличительная черта, характерная для антропогенной деятельности, – стремительное нарастание процессов воздействия, особенно в районах интенсивной хозяйственной деятельности человека.

Точно так же, как и природные экзогенные процессы, антропогенное воздействие на литогенную основу характеризуется комплексностью проявления, и, соответственно, можно выделить:

- 1) антропогенное разрушение толщ горных пород (дезинтеграция), слагающих литогенную основу;
- 2) перемещение дезинтегрированного материала;
- 3) накопление перемещенного материала (дамбы, плотины, транспортные артерии, населенные пункты и промышленные предприятия).

Мощная дезинтеграция толщ горных пород происходит в процессе добычи твердых полезных ископаемых, как при открытых, так и при подземных горных выработках – в шахтах, штольнях и штреках (Старооскольский, Губкинский, Яковлевский районы). Геолого-поисковые и геологоразведочные работы, а также добыча воды осуществляются бурением многочисленных поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин, которые внедряются в приповерхностную часть литосферы на несколько десятков метров. При проведении горно-геологических работ толщи горных пород дезинтегрируются и удаляются из земных недр. Такие же действия производятся при сооружении котлованов под жилые здания и промышленные предприятия, во время выемок при сооружении транспортных магистралей, во время сельскохозяйственных и других работ.

Антропогенная деятельность, называемая инженерно-хозяйственной, немислима без воздействия на самую верхнюю часть земной коры. В результате разрушается твердое вещество (литогенная основа) верхнего слоя геологического разреза и нарушается связность его составных частей. При этом дробятся и измельчаются некогда твердые горные породы. При извлечении горных пород и полезных ископаемых на глубине возникают наземные карьеры различных размеров и подземные пустоты [Петин, 2006].

Естественное напряженное состояние (ЕНС) представляет собой совокупность напряженных состояний геологических тел (массивов изверженных и метаморфогенных горных пород, отдельных блоков, тел полезных ископаемых и т. д.) вследствие воздействия естественных факторов. Основной и постоянно действующей причиной ЕНС является гравитация. С ней сочетаются вертикальные и горизонтальные тектонические движения земной коры, денудация и аккумуляция толщ горных пород.

В конкретных геологических телах (слой, пачка, толща, интрузив, тело полезных ископаемых и т. д.) или в массивах горных пород напряженное состояние характеризуется определенным полем напряжения. Его качественное выражение зависит от физического состояния слагающих эти тела горных пород, т. е. от формы, размера, деформированности, прочности, вязкости, обводненности и т. д.

Напряжения, вызванные тектоническими, сейсмическими, вулканическими, физическими или иными причинами, реализуются в геологической среде в виде дислокаций. К ним относятся трещины и трещиноватость, кливаж, линеаменты,

глубинные разломы, кольцевые структуры, которые формируются в процессе длительной геологической истории.

Трещины и зоны трещиноватости являются областями, по которым осуществляются миграция и разгрузка атмосферных и подземных вод. Это влияет на интенсивность протекания экологически неблагоприятных экзогенных процессов – выветривания, оврагообразования, карстообразования, гравитационных и других склоновых процессов.

Кливаж – система параллельных трещин в горных породах, не совпадающих с первичной текстурой пород (в осадочных породах кливаж не совпадает со слоистостью), по которым породы легко раскалываются. Первичный кливаж возникает под влиянием главным образом внутренних причин, зависящих от вещества самой породы, от внутреннего сокращения ее объема в процессах литификации и метаморфизма. В осадочных породах первичный кливаж выражается обычно в образовании перпендикулярных друг другу и к наклону слоистости параллельных трещин. Вторичный кливаж является результатом деформации горных пород под влиянием внешних, но в основном тектонических воздействий. Все это хорошо просматривается в разрезах меловых отложений.

Глубинные разломы представляют собой зоны подвижного сочленения крупных блоков земной коры, обладающие значительной протяженностью (многие сотни и тысячи километров) и шириной (несколько десятков километров).

К глубинным разломам приурочены места выхода из недр расплавленных горных пород. Они являются каналами дегазации Земли, путями подъема из земных недр трансмантийных флюидов, состоящих из водорода, гелия, азота, диоксида и оксида углерода, паров воды и других химических элементов и соединений.

Вдоль глубинных разломов происходят вертикальные и горизонтальные перемещения блоков земной коры. Такие перемещения вызваны глубинными причинами, размеры их составляют 8–15 мм в год. В том случае, когда в зоне глубинных разломов располагаются хозяйственные объекты, смещения могут привести к нарушению этих объектов со всеми вытекающими последствиями [Петина и др., 2008].

В целом, инженерно-геологическая деятельность приводит к нарушениям сложившегося естественного напряженного состояния геологической среды.

Наряду с изменениями в литогенной основе большие преобразования происходят и в рельефе Белгородской области [Хрисанов, Колмыков, 2017б]. В древности человек оказывал весьма слабое влияние на изменение исконного рельефа, но со временем динамика воздействия возрастала. Основные преобразования начались в период появления различной техники для работы на земле.

Исследования современного геотехноморфогенеза показали, что территория Белгородской области относится к регионам с интенсивными и дифференцированными по площади техногенными воздействиями на литогенную основу и рельеф. В геоморфологическом отношении этот процесс проявляется, прежде всего, в прямом воздействии на земную поверхность путем изменения ее очертаний и создания новых, не свойственных исходному рельефу отрицательных и положительных форм рельефа.

Наиболее масштабные нарушения земной поверхности связаны с открытой добычей полезных ископаемых. Так, например, площадь зоны прямого нарушения земной поверхности, занятая под карьеры и промышленные объекты, достигает сегодня более 18 тыс. га. К положительным техногенным формам рельефа относятся: отвалы вскрышных пород, гидроотвалы, склады полезных ископаемых, шламохранилища и т. д. Крупные положительные формы рельефа имеют высоту от 60 до 100 м. Некоторая часть вскрышных пород складирована в селективных отвалах. Смешанные породы в общих отвалах по своему качеству практически непригодны для дальнейшего использования.



Селективные отвалы представляют собой техногенные месторождения, где сосредоточено более 60 млн м³ мела и 3.0 млн м³ песка и т. д.

Техноморфогенез также привел к изменению морфологии природного рельефа. Так, множество оврагов были засыпаны вскрышными породами, в результате чего на месте отрицательных форм образовались положительные формы рельефа высотой до 50–80 м. Накопление в оврагах и балках хвостов обогащения железной руды привело к нивелированию отрицательных форм рельефа.

При обустройстве карьеров происходит интенсивное переформирование первичного рельефа, изменяются состав и свойства залегающих на поверхности отложений, уровни и состав грунтовых вод, происходит перераспределение поверхностного стока, разрушается почвенно-растительный слой, что создает благоприятные условия для таких экзогенных процессов, как овражная эрозия и оползни. В местах складирования рыхлой вскрыши и продуктов обогащения железной руды развиваются дефляционные процессы. В районе понижения грунтовых вод за счет увеличения мощности зоны аэрации происходит активизация карстовых процессов [Хрисанов и др., 2016].

В результате антропогенной деятельности не только наблюдается преобразование литогенной основы и рельефа, но происходит и заметная активизация процессов экзогенной геодинамики. Так, проходка подземных горных выработок (шахт, штолен, штреков, вертикальных стволов) ведет к перехвату подземных вод, нарушению их режима, понижению уровня, а это, в свою очередь, сопровождается или осушением, или обводнением, или заболачиванием поверхностных территорий [Kornilov et al., 2015]. Кроме того, подземные горные выработки стимулируют гравитационные процессы как на поверхности, так и в глубине. Происходят провалы, проседания, обвалы, оползни и смещения блоков горных пород. Это хорошо просматривается в окрестностях Старого Оскола, Губкина и Яковлевского рудника. Горные работы, проводимые в этом регионе, способствовали активизации экзогенных и геодинамических (эрозионных, оползневых, обвально-осыпных, просадочных, дефляционных и т. д.) рельефообразующих процессов и в значительной степени усилили их агрессивность. На имеющихся материалах легко фиксируются склоны с овражно-балочной сетью, отдельные овраги, участки развития эрозии с выходами мергельно-меловых пород по бровкам и обрывистым склонам. Так, например, площади Лебединского и Стойленского карьеров увеличились за последние 20 лет соответственно в 1.5 и 1.8 раза [Петин и др., 2012].

Таким образом, проведенные исследования позволили заключить, что воздействие изменившейся геологической среды на другие компоненты ландшафта увеличиваются по площади и по глубине проникновения.

В одних случаях техногенная деятельность вызывает денудацию земной поверхности, что, в свою очередь, приводит к выравниванию рельефа, а в других в результате аккумуляции материала создаются разнообразные аккумулятивные формы рельефа. По степени распространения и по своему происхождению антропогенные формы рельефа и создаваемые руками человека ландшафты группируются в несколько типов.

В пределах городов и районных центров – Белгород, Старый Оскол, Грайворон и др. – городской (селитебный) ландшафт характеризуется почти полным изменением естественного рельефа, сменой положения и видоизменениями условий деятельности гидросети, преобразованием почвенного покрова, сооружением промышленно-хозяйственных и жилых построек, значительным понижением или повышением уровня грунтовых вод. В одних случаях из-за понижения статического уровня водоносных горизонтов они перестают дренироваться реками, что приводит к значительному их обмелению и в некоторых случаях к полному исчезновению [Корнилов и др., 2010]. В пределах этих городских агломераций в результате аварий на водопроводах и в

канализационных системах в подпочвенные горизонты поступают воды, что приводит к повышению уровня грунтовых вод и к подтоплению жилых и промышленных зданий.

Старооскольско-Губкинский горнопромышленный ландшафт отличается наличием, наряду с производственными зданиями, систем обогащения, очистки и складирования отходов с соответствующей инфраструктурой горно-обогатительных комбинатов (ГОК), карьеров, выемок, а также террасированных воронок, иногда заполненных водой, расположенных в карьерах и выемках озер, внешне сходных с карстовыми озерами. Техногенные отрицательные формы рельефа чередуются с положительными – отвалами, терриконами, насыпями вдоль железных и грунтовых дорог. В настоящее время в Старооскольско-Губкинской горнопромышленной зоне образовался техногенный мезорельеф, состоящий из карьеров глубиной более 250–300 м и отвалов вскрышных пород высотой от 60 до 100 м. Только из Лебединского и Стойленского карьеров ежегодная добыча сырой руды составляет около 60 млн т. Площадь зоны прямого нарушения земной поверхности, занятой под карьеры и промышленные объекты, достигает 16 тыс. га [Хрисанов, 2000].

Открытая и подземная разработка полезных ископаемых в этих районах, наряду с выемкой грунта и горных пород, обычно сопровождается обильным водопритоком за счет подземных вод, дренирующих с разных горизонтов горных выработок. В результате этого создаются огромные депрессионные воронки, снижающие уровень грунтовых вод в районе горнопромышленных объектов.

Ирригационно-технический ландшафт на территории Белгородской области характеризуется наличием системы каналов, канав, а также запруд, прудов и водохранилищ. Все перечисленные системы существенно меняют режим поверхностных и особенно грунтовых вод. Заполнение водохранилищ и подъем уровня воды до высоты верхнего бьефа плотин приводит к подъему уровня грунтовых вод, что, в свою очередь, вызывает подтопление и заболачивание примыкающих территорий. В засушливых регионах этот процесс, в связи с присутствием в воде значительных примесей солей, сопровождается засолением почв.

Сельскохозяйственный ландшафт на Земле занимает около 15% площади всей суши. Он создан более 5000 лет тому назад, когда человечество перешло от потребительского отношения к природе в процессе собирательства и охоты к производительному хозяйству – созданию земледельческих и скотоводческих цивилизаций. С тех пор человечество продолжает осваивать все новые территории. В результате интенсивной преобразовательной деятельности на поверхности Земли многие природные ландшафты окончательно преобразовались в антропогенные.

Военный ландшафт возникает в процессе ведения военных операций и крупномасштабных военных учений, а также на территориях военных полигонов различного назначения. Он характеризуется широким распространением мелкобугорчатого рельефа, возникающего в результате образования многочисленных воронок, ложбин и насыпей от взрывов, а также мелких отрицательных и положительных форм рельефа. Последние формируются при проведении военно-инженерных мероприятий (строительство насыпей дорог, укрепленных районов и т. д.). Своеобразный ландшафт дополняют военные инженерные сооружения – противотанковые рвы, окопы, подземные убежища и ходы сообщения.

Преобразованные природные ландшафты и созданный антропогенный рельеф в Белгородской области в большинстве своем являются необратимыми и долгоживущими.

Значительные изменения рельефа в области наблюдаются при добыче общераспространенных полезных ископаемых (ОПИ). Они по глубине техногенного воздействия на компоненты природной окружающей среды значительно уступают железорудным карьерам, но зато распространены по всей территории области (рис. 1). По данным НИИ КМА, в Белгородской области насчитывается 450 карьеров по добыче ОПИ,

из них карьеров по добыче мела – 81, песка – 81, глины – 82. Четверть карьеров располагаются в поймах рек, примерно пятая часть из них – в оврагах и балках. Наибольшее число карьеров ОПИ находится в Красногвардейском районе (87), а наибольшие площади земель, занятых под карьерами, – в Белгородском районе (371.5 га).



Рис. 1. Карьер по добыче песка в Борисовском районе
Fig. 1. Quarry for the extraction of sand in the Borisovsky District

В ряде случаев при производстве горных работ в карьерах по добыче ОПИ допускаются нарушения поверхности пологих склонов проходами плугов бульдозеров вдоль и поперёк склонов с образованием длинных борозд, узких траншей, являющихся источником последующего процесса оврагообразования. Во многих карьерах ОПИ области в процессе горных работ интенсивно уничтожаются леса, лесопосадки и кустарниковые залежи, большинство из них располагаются на пахотных землях; некоторые карьеры в процессе разработки сырья загрязняют близлежащие водоёмы взмученными водами, маслами, отходами, образующимися в результате работы техники.

Особенно заметны изменения рельефа в городах области, где они сводятся, в основном, к уничтожению микроформ и мезоформ рельефа, переводу некоторых форм (особенно отрицательных) в погребенное состояние, созданию новых форм антропогенного рельефа и общему нивелированию поверхности. В процессе вертикальной планировки города часто срезаются возвышенности, выполаживаются террасированные уступы, выравниваются береговые валы. Искусственно расширяются или сужаются русла рек, террасируются склоны, создаются искусственные повышения. В пределах города степень изменения рельефа различна. Так, в центральных и давно обжитых частях городов Белгородской области рельеф изменяется в большей степени, чем на окраинах, поэтому в пределах каждого города можно выделить зоны по степени освоенности: производственные (наиболее освоенные); селитебные (среднеосвоенные); лесопарковые (незначительно освоенные).

Хозяйственная деятельность человека на территории области, особенно на урбанизированных территориях, часто приводит к изменениям экологического состояния ландшафтов: асфальтирование ведет к уменьшению инфильтрации вод и, следовательно, ослабляет эрозионные, суффозионные и карстовые процессы [Хрисанов и др., 2000].

Искусственные водоемы располагаются, как правило, в верховьях балок и используются для водопоя скота и как противоэрозионные объекты. В настоящее время в Белгородской области преобладают малые пруды, площадь которых обычно не превышает 1–2.5 га. Их доля составляет 75% от всех прудов региона. Протяженность плотин составляет обычно около 50 м.

После строительства плотин и подъема уровня воды резко активизировались различные геоморфологические процессы: абразия, эрозия, гравитация, оползни, просадка лессовых пород, суффозия и другие, – обуславливающие интенсивную переработку берегов водохранилищ и образование новых форм рельефа. Особенно активны оползневые и гравитационные процессы весной, когда устойчивость береговых обрывов вследствие впитывания талых вод снижается [Хрисанов, Колмыков, 2016б].

В области имеется четыре крупных водохранилища: Солдатское (Ракитянский район), Моравинское (Чернянский район), Старооскольское (Старооскольский район) и Белгородское. Два последних являются самыми крупными искусственными водоемами. В береговой полосе этих водохранилищ, сложенной преимущественно рыхлыми, легкоразмываемыми породами, волновые процессы приводят к обрушениям и осыпаниям материалов со склонов, активизируя оползни, в которые вовлекаются большие массы грунта, а также к небольшой деформации и разрушению бетонных плит. Из-за интенсивного освоения и применения нерациональных приемов защиты берегов на некоторых участках побережья происходит интенсивный размыв аккумулятивных образований. В пределах крупных водохранилищ (Белгородское, Старооскольское) выделяются следующие типы берегов: абразионные, на долю которых приходится половина береговой линии, нейтральные, составляющие более трети длины береговой линии, и аккумулятивные, распространенные в меньшей степени и защищенные.

Практически во всех районах области в процессе сельскохозяйственного освоения и бесконтрольного использования земель резко усилилась поверхностная и боковая эрозии. Возникла овражно-балочная сеть. Особенно это характерно при массовой распашке земель и нерегулированном выпасе скота. Эти же действия способствуют бороздовой и плоскостной дефляции, в результате чего уничтожаются плодородный почвенный покров и дерновый слой. На распаханых склонах наблюдается интенсивная плоскостная эрозия. Особенно интенсивно она развивается на участках склонов с уклоном более 3°. В результате смыва обнажились и вышли на поверхность мергельно-меловые породы. Последствиями распашки земель являются планировка земельных участков и уничтожение ранее существовавших здесь естественных микроформ рельефа [Хрисанов, Колмыков, 2015б].

При строительстве дорог существенно осложняется экологическая обстановка: меняется гидротермический режим подстилающих грунтов, развиваются просадочные явления, приводящие к деформациям поверхности покрытия автомобильных дорог, происходит активизация эрозионных и оползневых процессов, и поверхность подвергается размыву [Хрисанов, Колмыков, 2016а]. Рельеф вдоль линейно-транспортных систем представлен положительными (насыпи) и отрицательными (выемки, кюветы) формами рельефа. Высота дорожных насыпей и глубина выемок меняются в зависимости от их геоморфологического положения, типа подстилающих грунтов, глубины залегания вод и колеблются в пределах от 1.5 до 10 м. Формирование техногенных оползней связано с переувлажнением грунтов и подрезкой основания оползнеопасных склонов при строительстве и эксплуатации транспортных магистралей, а также с перегрузкой грунтов от движущегося транспорта (рис. 2).



Рис. 2. Оползень на склоне выемки автодороги в Яковлевском районе
Fig. 2. The landslide on the slope of the notch road in the Yakovlevsky district

Определенную роль в изменении рельефа сыграли реликтовые формы рельефа, к которым относятся курганы, земляные валы, оборонительные сооружения. Одной из самых древних реликтовых форм являются курганы. На территории области их было создано не менее 3000. К сожалению, в настоящее время курганов становится все меньше: большинство из них распаивается, а высота насыпей снижается со скоростью 1–3 см в год. Во время строительства Белгородской черты (1635–1658 гг.) было сооружено около 100 км земляных валов, из которых 21.2 км сохранилось до нашего времени.

Более поздний этап связан с формированием беллигеративных ландшафтов в 1941–1943 гг. На территории области только с советской стороны в 1943 г. было вырыто 970 км траншей и ходов сообщения и более 8500 окопов. Огромные массы почво-грунтов были выброшены взрывами бомб, снарядов и мин, расход которых исчисляется миллионами штук.

На отдельных территориях промышленных и городских агломераций наблюдаются процессы внезапного опускания поверхности, вызванные техногенной деятельностью. По частоте проявления, скоростям и негативным последствиям техногенные опускания превосходят естественные тектонические движения. Грандиозность последних вызвана длительностью проявления различных геологических процессов.

В числе причин опускания урбанизированных территорий – дополнительные статические и динамические нагрузки от зданий, сооружений и транспортных систем города, от возникающих под ними пустот после разрывов канализационных и водопроводных систем. Наиболее опасны пустоты, оставленные после извлечения из недр подземных вод и других видов полезных ископаемых.

Оползни, встречающиеся на территории области, отличаются большим разнообразием по морфологическим признакам. По виду деформации пород наблюдаются, в основном, оползни течения. Довольно часто встречаются оползни вдоль



автомобильных дорог, где они развиваются в местах подрезки склонов, сложенных лессовидными суглинками и глинами [Хрисанов, Бахаева, 2011].

Карстовые формы рельефа на территории Белгородской области распространены спорадически. На остальной площади карстовые формы представлены единичными экземплярами либо вообще отсутствуют. Активизация карстовых процессов, например, в г. Алексеевке привела к аварийному состоянию производственных цехов и последующей их остановке.

Другие виды экзогенных геоморфологических процессов (суффозия, карст, дефляция, абразия и др.) из-за низкой активности их проявления и локального распространения не оказывают существенного влияния на общую эколого-геоморфологическую ситуацию в Белгородской области.

Таким образом, приведенные материалы иллюстрируют пространственную неоднородность техноморфогенеза, качественные и количественные стороны которого сильно разнятся на территории Белгородской области. В целом, наблюдается нарастание антропогенной морфоскульптуры по исследуемой территории. Различия заключаются в площади и густоте искусственных форм, их морфологии, в интенсивности проявления экзогенных геологических процессов, вызванных техноморфогенезом. Можно отметить, что область относится к регионам с интенсивными и дифференцированными по площади техногенными воздействиями на литогенную основу и рельеф, поэтому техногенный фактор играет здесь весьма существенную роль в современном рельефообразовании

Разнообразие природно-климатических условий, вертикальных неотектонических движений, состава пород, подвергающихся разрушению, а также различное техногенное (антропогенное) воздействие на природную среду Белгородской области определили пространственную неоднородность и разную степень активизации экзогенных геоморфологических процессов (табл.).

Таблица
Table

Распространение современных экзогенных процессов и степень их антропогенной активизации на территории Белгородской области
The spread of modern exogenous processes and the degree of their anthropogenic activation in the territory of the Belgorod region

№ п/п	Типы экзогенных процессов	Площадь территории (протяженность линейных участков) развития ЭГП, км ² (км)	Районы распространения преобладающих экзогенных процессов	Количество выявленных проявлений ЭГП	Степень антропогенной активизации
1	Оползневый	2600	Центральный, восточный	270	Высокая
2	Карстовый	1800	Восточный	230	Средняя
3	Эрозионные процессы (овражная эрозия)	16300	Повсеместно, больше – восточный	5200	Весьма высокая
4	Суффозионный	1700	Центральный, восточный	360	Высокая
5	Эрозионные процессы (плоскостная эрозия)	650	Повсеместно, больше – центральный и восточный	100	Весьма высокая
6	Эоловая аккумуляция	320	В большей части – восточный	38	Низкая
7	Заболачивание	110	По долинам рек	35	Высокая

Как видно из таблицы, наибольшее распространение имеют эрозионные процессы – около 65% площади территории области. Доля участков, пораженных оползневыми процессами, составляет более 10% территории области, суффозионными процессами занято около 7%, на долю карстовых процессов приходится около 6%. На остальные экзогенные процессы приходятся весьма небольшие площади территории области. И все они подвержены антропогенной активизации, особенно эрозионные и оползневые, в меньшей степени – карстовые, суффозионные и эоловые процессы [Хрисанов, Колмыков, 2015а].

Анализ природно-климатических условий, особенностей распространения инженерно-геологических комплексов, морфометрических показателей рельефа (уклонов земной поверхности и вертикального расчленения земной поверхности), а также видов хозяйственной деятельности и степени антропогенной нагрузки позволили составить соответствующую карту (рис. 3).

1. Урбанизированные участки весьма интенсивной трансформации структурно-литологической основы, исходного рельефа и антропогенной активизации эрозионных, оползневых процессов, особенно, в окрестностях населенных пунктов.

2. Участки интенсивной трансформации структурно-литологической основы, исходного рельефа и, в отдельных случаях, интенсивной антропогенной активизации карстовых, гравитационных процессов.

3. Участки интенсивной трансформации структурно-литологической основы, исходного рельефа и в отдельных случаях антропогенной активизации гравитационных процессов.

4. Участки с менее интенсивной трансформацией структурно-литологической основы, исходного рельефа и антропогенной активизации отдельных крупных оползней.

5. Участки незначительной трансформации структурно-литологической основы, исходного рельефа и активизации эрозионных, суффозионных и в отдельных случаях дефляционных и процессов заболачивания.

Как видно из карты (см. рис. 3), на территории Белгородской области антропогенные процессы распространены повсеместно и хозяйственная деятельность человека за исторический период заметно повлияла на изменения структурно-литологической основы, исходного рельефа и активизировала проявление эрозионных, оползневых, карстовых, дефляционных процессов. Наибольшая их активизация проявляется при подрезке, распашке склонов, планировке участков, копке траншей, взрывных работах. Наиболее масштабные нарушения литологической основы и рельефа наблюдаются в восточной части области и связаны с открытой добычей полезных ископаемых. Разработка мела, песка, глины в небольших карьерах также нарушает земную поверхность и рельеф и на этих участках, из-за чего заметно активизируются оползневые, обвально-осыпные, просадочные, эрозионные, дефляционные процессы. Нередко активизировавшиеся экзогенные процессы наносят вред хозяйству области и требуют своевременных профилактических и инженерных мероприятий.

Одним словом, на территории Белгородской области проявляются различные типы современных экзогенных процессов, в результате хозяйственной деятельности человека зачастую они активизируются и тем самым наносят значительный ущерб народному хозяйству области.



Выводы

1. Новейшие современные тектонические движения, в сочетании с различными ландшафтно-климатическими факторами Белгородской области, обуславливают развитие и распространение процессов выветривания, денудации, аккумуляции. При этом господствуют денудационные процессы (эрозия, гравитация, карст, абразия), но проявляются они с разной степенью интенсивности на различных участках территории области, что обусловлено территориальными различиями проявления природных факторов.

2. В пределах территории Белгородской области антропогенный фактор играет весьма существенную роль, предопределяемую степенью и плотностью оказываемых воздействий на рельефообразующие процессы при несомненном влиянии исходных геолого-геоморфологических, ландшафтно-климатических условий. При этом наиболее глубокая техногенная перестройка рельефа характерна для горнопромышленной и урбанизированной геотехнических систем, в то время как значительные площадные техногенные рельефообразующие процессы присущи агрогенной и гидрогенной геотехнической системам.

3. Анализ структуры рельефа области и величины антропогенной активизации позволили выделить четыре группы участков: 1) с малой интенсивностью активизации процессов участки наблюдаются на речных поймах, водораздельных пространствах и слабо покатых склонах с углом наклона земной поверхности до $2-3^\circ$; 2) со средней – приводораздельные склоны с углом наклона до 5° ; 3) с высокой – склоны речных долин и крупных овражно-балочных систем с уклонами от $5-10^\circ$ и более, а также береговые уступы водохранилищ; 4) с весьма высокой активизацией процесса – селитебные и горнопромышленные территории.

4. Многовековая хозяйственная деятельность на территории Белгородской области внесла заметные изменения в окружающую природную среду, коренным образом преобразив ландшафты на всей ее территории. Если 300 лет назад было распаханно всего 10% территории, 40% ее занимали девственные леса, а остальная доля приходилась на разнотравные целинные степи и пойменные луга, то теперь около 80% приходится на сельхозугодья, около 10% на леса, 4.5% занято населенными пунктами, около 1.5% приходится на земли промышленности и транспорта и только около 1% составляют нетронутые целинные земли. В результате длительного и интенсивного воздействия на окружающую природную среду сформировалась единая природно-техногенная полисистема регионального уровня, состоящая из подсистем более низкого ранга: сельскохозяйственной, промышленной, лесохозяйственной, водохозяйственной, горнодобывающей, селитебной, транспортной и рекреационной.

5. Для оптимизации природной среды Белгородской области и повышения уровня экологической безопасности необходимо целенаправленно проводить региональную экологическую политику, увязывая ее с социальными и экономическими реформами.

Одним из таких мероприятий является современная, научно обоснованная система земледелия в Белгородской области. В условиях сильной расчлененности территории и усиливающейся антропогенной нагрузки она должна быть почвозащитной и базироваться на контурно-мелиоративной системе земледелия с учетом ландшафтных особенностей территории, на экологически безопасных технологиях выращивания сельскохозяйственных культур, агролесомелиоративном комплексе. Особое внимание необходимо уделить формированию культурных пастбищ за счет залужения части склоновых земель с последующим переводом их в естественные кормовые угодья.



6. Учитывая, что основными отраслями промышленности в перспективе останутся наиболее водоемкие (горнодобывающая и металлургическая), необходимо, в целях рационального использования и охраны водных ресурсов, снизить нормы общего потребления воды за счет оборотных циклов водоснабжения. Сточные воды отдельных цехов и предприятий следует классифицировать по видам загрязнения, т. к. локальная очистка является более глубокой, чем очистка сложных по составу стоков. Сильно загрязненные ливневые стоки с территорий городов, поселков городского типа, промышленных предприятий следует собирать в отдельные пруды.

7. Выполненный авторами эколого-геоморфологический анализ экзоморфогенеза территории Белгородской области позволил разработать конкретные рекомендации по снижению антропогенной активизации современных экзогенных процессов и меры борьбы с ними.

Список литературы References

1. Белоусова Л.И. 2011. Региональные особенности развития и распространения экзогенных геоморфологических процессов на территории Белгородской области. *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 14 (3): 162–169.

Belousova L.I. 2011. Regional features of development and distribution of exogenous geomorphological processes in the territory of the Belgorod region. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences*, (3): 162–169. (in Russian).

2. Колмыков С.Н., Корнилов А.Г., Лебедева М.Г. 2016. Практика гидроэкологического анализа состояния рек староосвоенных территорий региона КМА (на примере Белгородской области). Белгород, 144.

Kolmykov S.N., Kornilov A.G., Lebedeva M.G. 2016. Praktika gidrojekologicheskogo analiza sostojanija rek staroosvoennyh territorij regiona KMA (na primere Belgorodskoj oblasti) [The practice of the hydroecological analysis of the condition of the rivers of the old-developed territories of the KMA region (on the example of the Belgorod region)]. Belgorod, 144. (in Russian).

3. Корнилов А.Г., Кичигин Е.В., Колмыков С.Н., Новых Л.Л., Дроздова Е.А., Петин А.Н., Присный А.В., Лазарев А.В., Колчанов А.Ф. 2015. Экологическая ситуация в районах размещения горнодобывающих предприятий региона Курской магнитной аномалии. Белгород, 157.

Kornilov A.G., Kichigin E.V., Kolmykov S.N., Novyh L.L., Drozdova E.A., Petin A.N., Prisnyj A.V., Lazarev A.V., Kolchanov A.F. 2015. Jekologicheskaja situacija v rajonah razmeshhenija gornodobyvajushih predpriyatij regiona Kurskoj magnitnoj anomalii [Ecological situation in the areas of location of mining enterprises in the Kursk Magnetic Anomaly Region]. Belgorod, 157. (in Russian).

4. Корнилов А.Г., Колмыков С.Н., Дроздова Е.А., Новых Л.Л. 2014. Инженерно-экологические изыскания. Белгород, 148.

Kornilov A.G., Kolmykov S.N., Drozdova E.A., Novyh L.L. 2014. Inzhenerno-jekologicheskie izyskanija [Engineering and environmental surveys]. Belgorod, 148. (in Russian).

5. Корнилов А.Г., Колмыков С.Н., Кичигин Е.В. 2010. Трансформация реки Чуфичка под воздействием горнодобывающей деятельности. *Недропользование – XXI век*, (5): 78–81.

Kornilov A.G., Kolmykov S.N., Kichigin E.V. 2010. Transformation of the Chufichka River under the influence of mining activity. *Nedropolzovanie – XXI century*, (5): 78–81. (in Russian).

6. Корнилов А.Г., Петин А.Н., Сергеев С.В., Погорелов Ю.С., Тохтарь В.К., Присный А.В., Мартынова Н.А., Дроздова Е.А. 2013. Геоэкологические проблемы оптимизации и биорекультивации отвалов вскрышных пород железорудных месторождений КМА. Белгород, 124.

Kornilov A.G., Petin A.N., Sergeev S.V., Pogorelov Y.S., Tokhtar V.K., Prisnyj A.V., Martynova N.A., Drozdova E.A. 2013. Geojekologicheskie problemy optimizacii i biorekul'tivacii otvalov vskryshnyh porod zhelezorudnyh mestorozhdenij KMA [Geoenvironmental problems and optimize bioremediation overburden dumps of iron ore deposits KMA]. Belgorod, 124. (in Russian).

7. Петин А.Н. 2006. Ретроспективный анализ изменения площадей нарушенных земель в Старооскольско-Губкинском горнопромышленном районе КМА (по материалам

дистанционного зондирования земли). *В кн.: Проблемы древнего земледелия и эволюции почв в лесных и степных ландшафтах Европы*. Белгород: 136–141.

Petin A.N. 2006. A retrospective analysis of the change in the areas of disturbed lands in the Starooskolsko-Gubkinsky mining area of the KMA (based on remote sensing of the earth). *In: Problemy drevnego zemledeliya i evolyutsii pochv v lesnykh i stepnykh landshaftakh Evropy* [Problems of ancient agriculture and the evolution of soils in the forest and steppe landscapes of Europe]. Belgorod: 136–141. (in Russian).

8. Петин А.Н., Петина В.И., Гайворонская Н.И., Белоусова Л.И. 2012. Антропогенный морфогенез и техногенная трансформация рельефа на территории Белгородской области. *В кн.: Антропогенная геоморфология: наука и практика*. Москва–Белгород: 93–98.

Petin A.N., Petina V.I., Gayvoronskaya N.I., Belousova L.I. 2012. Anthropogenic morphogenesis and technogenic transformation of the terrain on the territory of the Belgorod region. *In: Antropogennaya geomorfologiya: nauka i praktika* [Anthropogenic geomorphology: science and practice]. Moscow–Belgorod: 93–98. (in Russian).

9. Петина В.И., Гайворонская Н.И., Белоусова Л.И. 2008. Антропогенный морфогенез на территории Белгородской области и его экологические последствия. *В кн.: Изменения состояния окружающей среды в странах содружества в условиях текущего изменения климата*. М.: 224–229.

Petina V.I., Gayvoronskaya N.I., Belousova L.I. 2008. Anthropogenic morphogenesis in the Belgorod Region and its ecological consequences. *In: Izmeneniya sostoyaniya okruzhayushchey sredy v stranakh sodruzhestva v usloviyakh tekushchego izmeneniya klimata* [Changes in the state of the environment in the Commonwealth countries in the context of the current climate change]. Moscow: 224–229. (in Russian).

10. Хрисанов В.А. 2000. Использование результатов геоморфологических исследований при геоэкологической оценке территории ЦЧО и сопредельных районов. *В кн.: Проблемы экологической геоморфологии*. Белгород: 76–77.

Hrisanov V.A. 2000. Using the results of geomorphological studies with geo-ecological assessment of the territory of Central Black Earth region and adjacent areas. *In: Problemy jekologicheskoy geomorfologii* [Problems of ecological geomorphology]. Belgorod: 76–77. (in Russian).

11. Хрисанов В.А., Бахаева Е.А. 2011. Современные геоморфологические процессы на территории Белгородской области и их антропогенная активизация. *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 16 (15): 209–215.

Hrisanov V.A., Bahaeva E.A. 2011. Modern geomorphological processes in the Belgorod region and activation of anthropogenic. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences*, 16 (15): 209–215. (in Russian).

12. Хрисанов В.А., Колмыков С.Н. 2015. Интенсивность эоловых процессов на территории Белгородской области. *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 31 (9): 118–125.

Hrisanov V.A., Kolmykov S.N. 2015. The intensity of aeolian processes in the Belgorod region. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences*, 31 (9): 118–125. (in Russian).

13. Хрисанов В.А., Колмыков С.Н. 2015. Современное оврагообразование как мощный фактор уничтожения плодородных земель Белгородской области. *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 33 (21): 106–113.

Hrisanov V.A., Kolmykov S.N. 2015. Modern gullying as a powerful factor of destruction of fertile land Belgorod region. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences*, 33 (21): 106–113. (in Russian).

14. Хрисанов В.А., Колмыков С.Н. 2016. Развитие и распространение суффозионно-просадочных процессов на территории Белгородской области и их инженерно-геоморфологическая оценка. *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 36 (18): 123–134.

Hrisanov V.A., Kolmykov S.N. 2016. Development and dissemination of suffosion-subsidence processes in the Belgorod region and their engineering-geomorphological assessment. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences*, 36 (18): 123–134. (in Russian)

15. Хрисанов В.А., Колмыков С.Н. 2016. Развитие и распространение гравитационных процессов на территории Белгородской области и их районирование и инженерно-геоморфологическая оценка. *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 37 (25): 128–137.



Hrisanov V.A., Kolmykov S.N. 2016. Development and dissemination of gravitational processes in the Belgorod region and their zoning, engineering-geomorphological assessment. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences*, 37 (25): 128–137. (in Russian)

16. Хрисанов В.А., Колмыков С.Н. 2017. Развитие и распространение экзогенных процессов на неотектонических структурах в условиях современных вертикальных движений на территории Белгородской области. *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 38 (4): 149–160.

Hrisanov V.A., Kolmykov S.N. 2017. Development and dissemination of exogenous processes in the neotectonic structures in the conditions of modern vertical movements on the territory of the Belgorod region. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences*, 38 (4): 149–160. (in Russian).

17. Хрисанов В.А., Колмыков С.Н. 2017. Прогнозирование дальнейшего хода развития современных экзогенных процессов на территории Белгородской области и меры борьбы с ними. *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 39 (11): 128–140.

Hrisanov V.A., Kolmykov S.N. 2017. Forecasting the further course of the development of modern exogenous processes on the territory of the Belgorod region and the measures against them. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences*, 39 (11): 128–140. (in Russian).

18. Хрисанов В.А., Колмыков С.Н., Манышев В.В. 2016. Развитие и распространение карстовых процессов и их районирование и инженерно-геоморфологическая оценка на территории Белгородской области. *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 34 (4): 130–137.

Hrisanov V.A., Kolmykov S.N., Manyshev V.V. 2016. Development and distribution of karst processes and their zoning, engineering and geomorphological assessment of the Belgorod region. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences*, 34 (4): 130–137. (in Russian).

19. Хрисанов В.А., Петин А.Н., Яковчук М.М. 2000. Геологическое строение и полезные ископаемые Белгородской области. Белгород, 247.

Hrisanov V.A., Petin A.N., Yakovchuk M.M. 2000. Geologicheskoe stroenie i poleznye iskopaemye Belgorodskoy oblasti [Geological structure and minerals of the Belgorod region]. Belgorod, 247. (in Russian).

20. Kornilov A.G., Kolmykov S.N., Petina M.A., Lebedeva M.G. 2015. Impact Monitoring of Mining Enterprises of Kursk Magnetic Anomaly on Hydro Ecological River Situation of the Belgorod Region. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 6 (4): 123–127.