



УДК 551.43

## РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ И СОВРЕМЕННЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОМОРФОГЕНЕЗА СТАРООСВОЕННОГО РЕГИОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

**В.И. Петина**  
**Н.И. Гайворонская**  
**Л.И. Белоусова**

*Белгородский  
государственный  
университет  
Россия, 308015, г. Белгород,  
ул. Победы 85*

В статье дан ретроспективный и современный анализ трансформации земной поверхности Белгородской области с использованием материалов дистанционного зондирования.

Ключевые слова: техноморфогенез, карьеры, гидроотвалы, шламохранилища, насыпь, кювет.

В условиях интенсивно нарастающего и усложняющегося индустриального освоения человечеством земной поверхности изучение ее трансформации (техноморфогенез) в целях охраны окружающей среды и рационального природопользования приобретает все большую научную значимость, т.к. изменения форм земной поверхности приводят к новым взаимосвязям природы и общества, к возникновению непредвиденных и опасных последствий. 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 как староосвоенного и интенсивно развивающегося региона.

Многочисленные археологические находки свидетельствуют о том, что человек издавна осваивал пространства междуречья Дона и Днепра, где сейчас располагается современная территория Белгородской области. По-видимому, Белгородчину можно считать одним из очагов зарождения геотехноморфогенеза. Нами была составлена классификация антропогенного воздействия на рельеф Белгородчины, в которой весь процесс геотехноморфогенеза был разбит на два этапа, включающих эволюционные стадии. Принципом выделения каждой стадии явились переломные моменты в эволюции материальной деятельности человека, отразившиеся на формировании антропогенных и природно-антропогенных форм рельефа (табл. 1).

**Начальная стадия** домашнего этапа геотехноморфогенеза свидетельствует о слабом воздействии древнего человека (охотника, собирателя, рыболова) на естественное состояние рельефа.

**Ранняя стадия** домашнего этапа привела к усилению антропогенизации рельефа, т.к. в это время расширяются пахотные земли за счет освоения новых пространств (склонов), строятся и укрепляются древние городища; распространение плужного земледелия привело к усилению эрозионных процессов, к заиливанию русел рек. В это же время в связи с добычей глины, шедшей на производство керамики, появились первые карьеры. С конца VIII в. н.э. территория области стала интенсивно заселяться, возникали древние крепости. С XIII и до конца XVI веков в связи с татаро-монгольским игом в Белогорье наступил период запустения. Степень антропогенного воздействия на рельеф в целом снизилась, однако на главных шляхах, площадь которых составляла первые десятки квадратных километров, она еще более усилилась. В начале XVII в. территория Белгородской области стала интенсивно осваиваться русскими и украинцами. Появились первые деревни, которые в основном сосредоточены



лись на территории современных Яковлевского, Корочанского, Новооскольского районов, началось строительство «Белгородской засечной черты» (сплошной оборонительной линии). К середине XVII в. на ней возникло 9 новых городов, окруженных деревнями, а к концу XVII века вся современная территория Белгородской области была почти равномерно покрыта селами.

Таблица 1

**Влияние человека на рельеф Белгородской области на разных этапах и стадиях геотехноморфогенеза**

| Этапы    | Стадии, их содержание и время   | Примеры антропогенного влияния на рельеф области   |
|----------|---|--|
| Домашний | Начальная стадия (каменно-мотыжная, 8-3 тыс. лет до н.э.)                                     | остатки поселений и могильники у хутора Александрия на левобережье р. Оскол; древнеямские погребения (курганы высотой около 1 м); культурные слои; ямы для загона диких животных; понижение поверхности от уплотнений почвы в поселениях   |
|          | Ранняя стадия (бронзо-во-железная земледельческо-строительная, 3 тыс. лет до н.э. – XVIII в.) | курганы у села Лукьяновки, металлургическая мастерская у с. Ютановки, создание оборонительных рвов и валов вокруг поселений, усиление эрозии в начале н.э. вследствие распашки склонов и заиливания русел рек; прокладка к середине XVI века через территорию области шляхов и сакм, создание городов-крепостей, строительство Белгородской оборонительной линии |
| Машинный | Средняя стадия (промышленная, вторая половина XVIII–XIX вв.)                                  | заводы (винокуренные, известковые, кирпичные); добыча мела; оврагообразование и смыв почв; гидротехнические сооружения (водяные мельницы, гидростанция на реке Короча).  |
|          | Современная стадия (урбанистическая, XX–XXI вв.)  | освоение КМА; рост городов и развитие урбанизированного рельефа  |

**Средняя стадия машинного этапа** еще более усилила антропогенный пресс. С функционированием известковых и кирпичных заводов стали возникать малые карьеры. Процесс деградации природной среды особенно возрос после отмены крепостного права. Резко усилилась нагрузка на пашню. В итоге усилилась ускоренная эрозия. Мелкие реки и ручьи, ключи забивались илом. Образование оврагов в области началось в XVIII веке, а в последней четверти XIX – начале XX веков приняло катастрофические размеры. Линейная и плоскостная эрозия за короткое время перевела распахаемые склоны в неудобные земли.

**Современная стадия машинного этапа** характеризуется интенсивным развитием горнодобывающей промышленности и, соответственно, большими масштабами распространения горнопромышленного рельефа (осваивается КМА). Строительство карьеров по добыче железной руды началось с 1950 года. Кроме горнопромышленного влияния на рельеф, стоит отметить интенсивное строительство населенных пунктов, автомобильных и железных дорог, создание водохранилищ и прудов и т. д.

Исследования современного геотехноморфогенеза свидетельствуют о том, что Белгородская область относится к регионам с интенсивными и дифференцированными по площади техногенными воздействиями на литогенную основу и рельеф.

Проведенный анализ техноморфогенеза Белгородской области позволил выделить в ее пределах следующие типы антропогенного рельефа:

- горнопромышленный (карьеры, шахты, отвалы, хвостохранилища и т.д.);
- урбанизированный (города, крупные населенные пункты);
- водохозяйственный (пруды, водохранилища, каналы);
- агрогенный (пашня, сады, поля орошения, пастбища, террасы на склонах и т.д.);
- линейно-транспортный (автомобильные и железные дороги, трубопроводы, ЛЭП);
- техногенно-накопительный (свалки промышленных и бытовых отходов, пруды-испарители, отстойники);

- антропогенно-реликтовый (курганы, земляные валы, оборонительные сооружения).

*Горнопромышленный тип* техноморфогенеза является ведущим, т.к. горнодобывающая промышленность, составляющая основу индустрии области, получает всё более широкое развитие.

Масштабные преобразования природного рельефа и наиболее крупные формы антропогенного рельефа связаны с добычей железной руды. Они максимально концентрируются в пределах Старооскольско-Губкинского горнодобывающего комплекса. Это позволило нам взять данную территорию за ключевой участок для оценки современного состояния и динамики техноморфогенеза в Белгородской области с использованием материалов дистанционного зондирования земной поверхности. Анализ разновременных космических снимков (1980, 1993, 2000 г.г.) позволил составить схему пространственного распространения объектов Старооскольско-Губкинского горнопромышленного комплекса (рис.). Возникшие техногенные формы рельефа дополнили природный рельеф. В пределах плоских водоразделов, террас, оврагов (глубиной расчленения до 50-70 м) правого берега реки Осколец были сформированы отрицательные формы рельефа при разработке полезных ископаемых: карьеры, разрезы, разрезные траншеи; шахты, штольни; технологические скважины, пруды – накопители сточных вод, пруды – отстойники. Размеры крупных форм техногенного морфогенеза здесь велики, так, например, глубина Лебединского карьера превышает 300 м, Стойленского – 190 м, размах крыльев – около 2.5 км. Сами карьеры достигают 3-5 км в диаметре. Склоны карьеров террасированы. Рельеф дна имеет сложное строение.

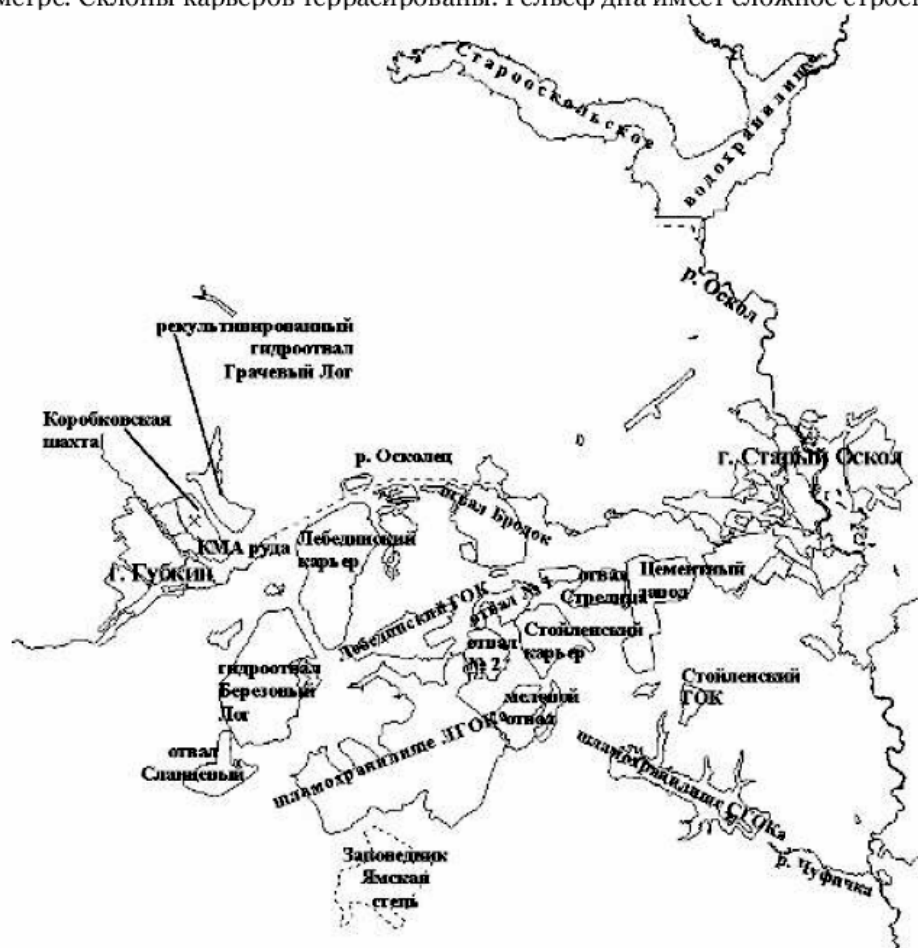


Рис. Схема размещения объектов горнопромышленного комплекса Губкин-Старооскольского полигона, составленная на основе дешифрирования материалов дистанционного зондирования земной поверхности



Площадь зоны прямого нарушения земной поверхности, занятая под карьеры и промышленные объекты достигает 16 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 заскладирована 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 60.0 млн м<sup>3</sup> мела и 3.0 млн м<sup>3</sup> песка и т. д.

Техноморфогенез также привел к изменению морфологии природного рельефа. Так, ряд оврагов был засыпан 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. В ходе разработок на дневную поверхность были выведены геологические техногенные перемещенные отложения с новым химическим составом, также были созданы техногенные отложения в шламохранилищах.

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. Наличие конусов выноса с выходами мергельно-меловых пород позволили отличить растущие овраги от стабилизировавшихся. На распаханых склонах наблюдается интенсивная плоскостная эрозия. Особенно интенсивно она развивается на участках склонов с уклоном более 3°. В результате смыва обнажились и выходят на поверхность мергельно-меловые породы.

Использование метода дистанционного зондирования дало возможность выявить общую тенденцию развития техноморфогенеза в пределах Старооскольско-Губкинского горнодобывающего комплекса: определить существенные изменения площадей объектов техногенного рельефа; получить информацию о направленности развития экзогенных геологических процессов [3]. Анализ космоснимков некоторых форм техногенного рельефа показал, что направленность в изменении площадей объектов ГДК носит поступательный характер. Так, например, площади Лебединского и Стойленского карьеров увеличились за 18 лет соответственно в 1.3 и 1.7 раза.

Для оценки изменения состояния *шламохранилища* Лебединского ГОКа были проанализированы три разновременных космических снимка за периоды июнь 1982 года, июнь 1993 года и октябрь 2000 года. Дешифрирование КС позволило провести анализ структуры самого шламохранилища, выделить участки развития экзогенных геологических процессов и выявить их связь с загрязнением подземных вод. Совмещение схем дешифрирования шламохранилища ЛГОКа с топографической картой дало возможность выявить динамику формирования шламохранилища и определить прирост его площади с 8,4 км<sup>2</sup> в 1982 г. до 18,8 км<sup>2</sup> в 2000 г. На космоснимке 1982 в пределах шламохранилища хорошо дешифрируются сильно эродированные склоны балки, где вскрываются трещиноватые мергельно-меловые породы, являющиеся зонами фильтрации воды и шлама в подземные воды, загрязняя их. Вдоль зон трещиноватости располагаются карстово-суффозионные западины и воронки. Сравнение разновременных снимков показывает, что заполнение шламохранилища происходило поэтапно. Уже на космоснимке 1993 года прослеживаются участки подтопления заповедника «Ямская степь» водами шламохранилища по днищам оврагов, которые сохраняются и в 2000 году. В системах балок, где базис эрозии значительно повышен за счет намыва шлама в шламохранилища было выявлено затухание эрозии. К таким балкам относится «Чуфичева» балка, в которой сформированы шламохранилища Лебединского и Стойленского ГОКов. Общая площадь горнодобывающих объектов к 2000 г., по данным дешифрирования, составила 72.5 км<sup>2</sup> [1].

Таким образом, проведенные исследования позволили заключить, что воздействие изменившейся геологической среды на другие компоненты ландшафта увеличиваются по площади и по глубине проникновения. Природный ландшафт в зоне влияния ГДК преобразован в техногенный.



Хотя добыча общераспространенных полезных ископаемых (ОПИ) по глубине техногенного воздействия на компоненты природной окружающей среды значительно уступает железорудным карьерам, но они распространены по всей территории области. 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 и около пятой части их количества – в оврагах и балках. Наибольшее число карьеров ОПИ располагается в Красногвардейском районе (87), а наибольшие площади земель, занятых под карьерами, сосредоточены в Белгородском районе (371,5 га).

В ряде случаев при производстве горных работ на 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. На многих карьерах ОПИ области в процессе горных работ интенсивно уничтожается лес, лесопосадки и кустарниковые насаждения, 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.

К *урбанизированному типу* рельефа относятся территории городов, крупных населённых пунктов. В Белгородской области насчитывается 11 городов областного и районного подчинения, 20 посёлков городского типа и 1592 сельских населённых пункта.

Изменения рельефа в городах области сводятся в основном к уничтожению микроформ и мезоформ рельефа, переводу некоторых форм (особенно отрицательных) в погребённое состояние, созданию новых форм антропогенного рельефа и общему нивелированию поверхности. В процессе вертикальной планировки города часто срезаются возвышенности, выполняются 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 зоны (средне освоенные); лесопарковые зоны (незначительно освоенные).

Антропогенезация рельефа на урбанизированных территориях часто приводит к изменениям экологического состояния ландшафтов: асфальтирование ведёт к уменьшению инфильтрации вод и, следовательно, ослабляет эрозионные, суффозионные и карстовые процессы.

*Водохозяйственный тип* антропогенного рельефа включает в себя пруды и водохранилища. В Белгородской области насчитывается 1100 прудов. Располагаются они, 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 га. Их доля составляет 72% от всех прудов региона; 20% занимают средние по объёму пруды, на долю крупных прудов приходится соответственно 8%. Плотины и дамбы, удерживающие воду в прудах, грунтовые, реже – с каменной отмосткой или бетонным покрытием. Ширина их 6-8 м, высота 3-4 м. Протяженность плотин обычно около 50 м.

В области имеется четыре крупных водохранилища: Солдатское (Ракитянский район), Моравинское (Чернянский район), Старооскольское (Старооскольский район) и Белгородское. Два последних являются самыми крупными искусственными водоёмами. В береговой полосе этих водохранилищ, сложенной преимущественно рыхлыми, легкоразмываемыми породами, 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. В пределах крупных водохранилищ 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, занимающие около 1 %.

Волновые процессы на водохранилищах приводят к обрушениям и осыпаниям материалов со склонов, активизируя оползни, в которые вовлекаются большие массы грунта, 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.

К *агрогенному типу* антропогенного рельефа относятся: пашня, сады, сенокосы и пастбища. Одно из следствий распашки земель – планировка земельных участков и уничтожение ранее существовавших здесь естественных микро- и наноформ рельефа. В процессе земледельческого освоения территории области произошла активизация эрозионных процессов, что привело к интенсивному распространению овражно-балочной сети. В настоящее время густота балочной сети в области колеблется от 0,9 до 1,9 км/км<sup>2</sup>, а общая ее протяженность составляет около 50 тыс. км.

Нерациональные приемы обработки посевных площадей могут активизировать и другие ЭГП – суффозию, оползни и т.д. Выпас скота также активизирует эрозионные процессы. На территории области единственным местом выпаса скота – это овражно-балочные образования, на склонах и днищах которых обычно изобилует параллельные и перекрещивающие скотогонные тропы, где растительность вытоптана и поверхность подвергается размыву.

*Линейно-транспортный* тип рельефа включает в себя автомобильные и железные дороги, трубопроводы, линии электропередач. Средняя густота дорожной сети в области составляет 0,44 км/км<sup>2</sup>. На отдельных участках этот показатель может меняться от 0,1 до 1,9 км/км<sup>2</sup>. Наиболее сгущена дорожная сеть на участках, тяготеющих к транспортным и промышленным узлам области. По территории области проходят магистральные газопроводы: Шебелинка – Белгород – Курск – Брянск; Шебелинка – Купянск – Валуйки – Алексеевка – Строгожск; Ставрополь – Москва.

Этот тип рельефа представлен положительными (насыпи) и отрицательными (выемки, кюветы) формами рельефа. Высота дорожных насыпей и глубина выемок меняется в зависимости от их геоморфологического положения, типа подстилающих грунтов, глубины залегания вод и колеблется в пределах 1,5 до 10 м. Строительство и эксплуатация дорог не только создает новые формы рельефа, но и существенно осложняет экологическую обстановку: меняется гидротермический режим подстилающих грунтов, развиваются просадочные явления, приводящие к деформациям поверхности покрытия автомобильных дорог, происходит активизация эрозионных и оползневых процессов.

*Техногенно-накопительный* тип включает свалки промышленных и бытовых отходов; пруды испарители, отстойники. В Белгородской области ежегодно возникает более 3 млн. тонн отходов производства и потребления. Для захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) имеется 34 официально зарегистрированных полигона общей площадью 160 га. Крупнейшие в области – 5 городских свалок: г. Белгорода, Старый Оскол, г. Шебекино, г. Алексеевка, г. Новый Оскол. Они эксплуатируются коммунальными службами. Их эксплуатация ведется с нарушением технологии, так как участки выбраны без учета особенностей местности. Они стали загрязнять окружающую среду (ОС) и подземные воды. В области зарегистрировано 447 несанкционированных свалок, в том числе в водоохраных зонах, 300 из них подлежат ликвидации. Полигоны твердых бытовых отходов или свалки мусора стали частью современного ландшафта вблизи городов и сел. Они приносят дискомфорт и опасны для окружающей природной среды. Отходами захламляются лесопарковые части зеленых зон у населенных пунктов; леса, к которым примыкают садовые участки.

Отстойники и пруды испарители также являются потенциальным источником загрязнения подземных вод. Наиболее концентрировано они расположены в Губкинском, Старооскольском, Чернянском и других районах.

К *антропогенно-реликтовому* типу рельефа относятся курганы, земляные валы, оборонительные сооружения. Одними 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 Белго-



родской 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. Тогда 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 насчитывается миллионами штук.

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 весьма существенную роль в современном рельефообразовании.

*Работа выполнена при поддержке госконтракта П–536 Проведение поисковых научно-исследовательских работ по направлению «География и гидрология суши» в рамках мероприятия 1.2.2. Программы.*

#### Список литературы

1. Азаркина Н.И., Мирнова А.В., Петин А.Н. Выявление и оценка изменений геологической среды в Старооскольском железорудном районе с использованием материалов дистанционного зондирования // Актуальные географические проблемы регионов : материалы межрегион. науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2000. – С. 139–143.

2. Азаркина Н.И., Мирнова А.В., Петрова Н.В., Баслеров С.В. Опытные методические работы по разработке методики ведения мониторинга геологической среды на основе использования МДЗ для районов добычи твердых полезных ископаемых. – М.: Аэрогеология. – Рукопись. – 154 с.

3. Петин А.Н. Ретроспективный анализ изменения площадей нарушенных земель в Старооскольско-Губкинском горнопромышленном районе КМА (по материалам дистанционного зондирования земли) // Проблемы древнего земледелия и эволюции почв в лесных и степных ландшафтах Европы : материалы Междунар. научн. семинара: – Белгород, 2006. – С. 136–141.

## RETROSPECTIVE AND CONTEMPORARY ANALYSIS OF THE EXHAUSTED REGION TECHNOMORPHOGENESIS WITH USING OF THE EARTH REMOTE SENSING MATERIALS

**V.I. Petina**  
**N.I. Gaivoronskaya**  
**L.I. Belousova**

*Belgorod State University  
Pobedy Str., 85, Belgorod,  
308015, Russia*

The article presents the retrospective and modern analysis of terrestrial surface transformation with the use of remote probing materials in the Belgorod region.

Key words: techno morphogenesis, open-cast mines, sludge pond, mud collector, embankment, ditch.